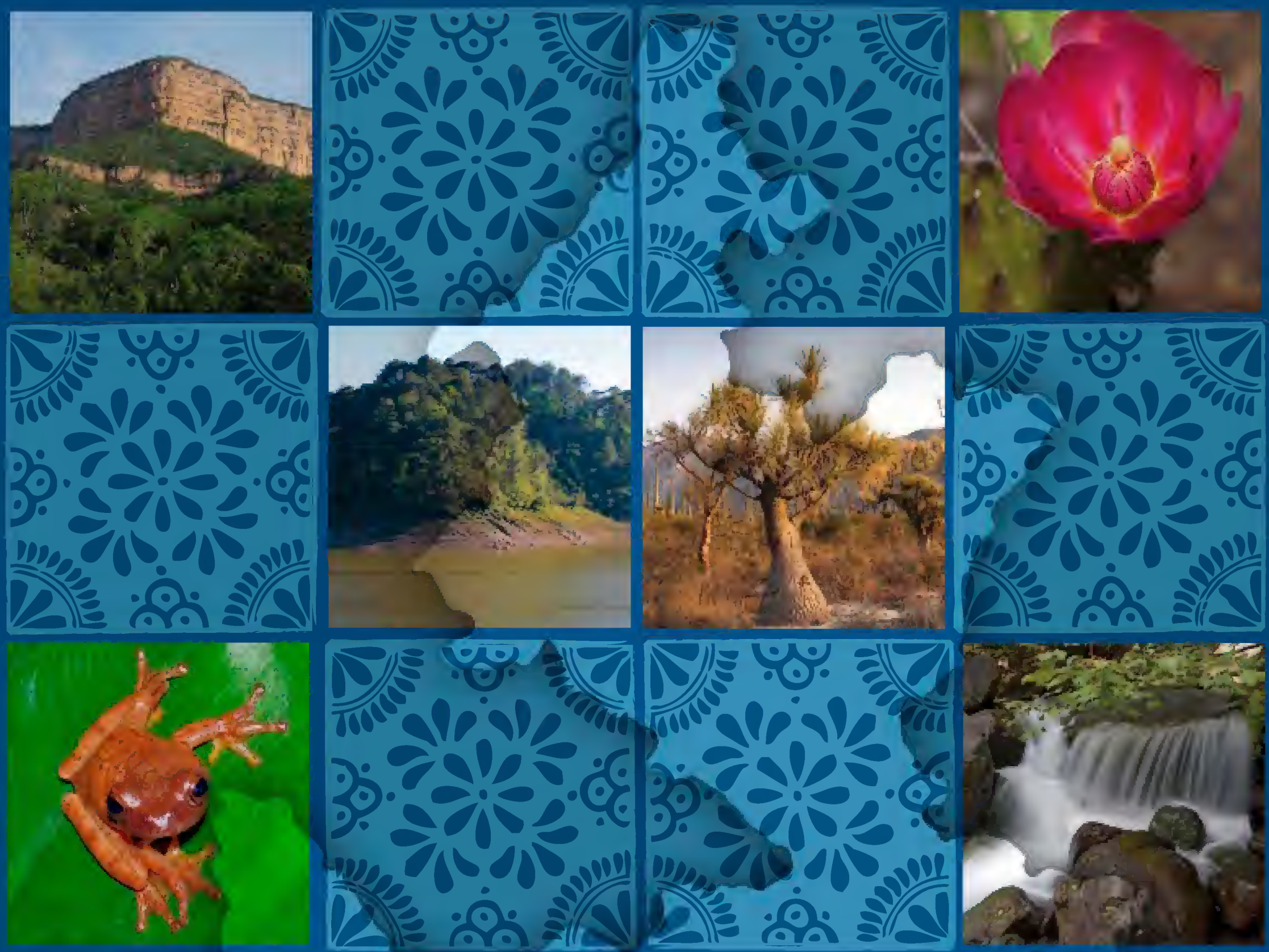


LA BIODIVERSIDAD EN

# PUEBLA

ESTUDIO DE ESTADO

LA BIODIVERSIDAD EN

# PUEBLA

ESTUDIO DE ESTADO



CONABIO
GOBIERNO FEDERAL

GOBIERNO DE PUEBLA
ACCIONES QUE TRANSFORMAN

BENEMERITA

aecid

México, 2011

Primera edición, 2011

D.R. © 2011 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D. F. http://www.conabio.gob.mx
D.R. © 2011 Gobierno del Estado Puebla. 14 Oriente 1204, Barrio del Alto C.P. 72000, Puebla, Pue. http://www.puebla.gob.mx
D.R. © 2011 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 4 Sur 104, Centro Histórico CP 72000 Puebla, Pue. http://www.buap.mx

ISBN: 978-607-7607-54-0

**Forma de citar:**
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 páginas.

**Coordinación, edición y seguimiento general:**
Anabella Handal Silva
Blanca Cantú Montemayor
Oscar Agustín Villarreal Espino Barros
Pedro Antonio López
Lucía López Reyes
Andrea Cruz Angón
Fernando Camacho Rico

**Compilación y Edición Técnica y Científica:**
**MEDIO FÍSICO:** José Adrián Saldaña Munive; **MEDIO SOCIOECONÓMICO:** Ricardo Pérez Avilés y Salvador Romero Castañón; **DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS:** Gonzalo Yanes Gómez; **DIVERSIDAD DE ESPECIES:** Lucía López Reyes y Moisés Graciano Carcaño Montiel; **DIVERSIDAD DE LOS RECURSOS GENÉTICOS:** Pedro Antonio López; **USOS DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE PUEBLA:** Ma. Concepción López Téllez y Salvador Romero Castañón; **AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD:** Gonzalo Yanes Gómez; **PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN A LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE PUEBLA:** José Carlos Pizaña Soto y Cecilia Leticia Hernández Hernández; **EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL:** Antonio Fernández Crispín y Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez; **MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL PARA EL USO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD:** Sonia Emilia Silva Gómez.

**Corrección de estilo:**
Camilo Reynaud Arana

**Diseño:**
Bernardo Terroba Arechavala

**Diagramación:**
Hilda Rosado Manrique / rosadohilda@prodigy.net.mx

**Cuidado de la edición:**
Andrea Cruz Angón
Fernando Camacho Rico
Hilda Rosado Manrique
Bernardo Terroba Arechavala

**Cartografía:**
INEGI, Cristóbal Arreguín García, María de Lourdes Guevara Romero.

**Revisión técnica de textos, listados de especies y mapas por parte de la CONABIO:**
Fernando Camacho Rico, Andrea Cruz Angón, Erika Daniela Melgarejo, María Eugenia González Díaz, Sofía Escoto Hernández, Viviana Cecilia Fernández Pumar, Diana Hernández Robles, Susana Ocegueda Cruz, Elizabeth Moreno Gutiérrez, Rocío Magdalena Villalón Calderón, Ariadna Ivonne Marín Sánchez y Juan Manuel Martínez Vargas.

**Agradecimientos:** El Gobierno del Estado de Puebla, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado.

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

# MENSAJE DEL GOBERNADOR

Puebla de Zaragoza, junio de 2011.

El cambio climático constituye uno de los mayores retos de nuestro tiempo.

La supervivencia de nuestra especie depende de la capacidad que tengamos de modificar el modelo de desarrollo para crecer en armonía con nuestro entorno ambiental.

México es el segundo país con mayor número de ecosistemas y el cuarto en número de especies. Ocupa los primeros lugares del mundo en cuanto a Reservas de la Biosfera con reconocimiento de la UNESCO.

Puebla, aporta el 15% de la biodiversidad mexicana. Somos el cuarto estado con mayor riqueza natural, lo cual nos impone una enorme responsabilidad a nivel nacional y mundial.

Por ello, es un honor y motivo de orgullo para mí, presentar esta obra, titulada "La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado", sin duda, el compendio de información más completo y actualizado sobre la diversidad biológica de la entidad.

Mi reconocimiento y felicitación a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, a los expertos y especialistas nacionales y extranjeros, así como a las autoridades ambientales estatales.

Estoy seguro de que el presente estudio marcará un parteaguas en el conocimiento y diagnóstico de la biodiversidad de nuestro estado, al tiempo que sentará las bases para el diseño de las acciones y estrategias de conservación y aprovechamiento racional y sostenido de nuestra biodiversidad.

Recordemos que los recursos naturales de Puebla no son una herencia de nuestros padres que podamos dilapidar sino el patrimonio de nuestros hijos, que debemos cuidar y preservar.

Rafael Moreno Valle
Gobernador del Estado de Puebla

# PRESENTACIÓN

El libro "La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado" representa un progreso notable para la difusión del conocimiento del patrimonio natural del Estado y para contribuir a reforzar la conciencia de la sociedad poblana sobre la trascendencia que tiene asegurar la conservación y el uso sustentable de su excepcional biodiversidad.

Esta publicación es indudablemente, una valiosa fuente de información actualizada y confiable acerca de la situación actual del estado de la biodiversidad en el Estado de Puebla, para quienes tienen que tomar decisiones acerca de la conservación y el uso sustentable y la restauración de los ecosistemas del Estado, así como para quienes desde la sociedad civil están seriamente interesados en estos temas. Esta obra nos permite conocer y entender los procesos de cambio y modificación de los ecosistemas, e identifica las áreas de oportunidad para realizar acción en pro del cuidado de los ecosistemas y los puntos de atención sobre los cuales debemos poner atención para acrecentar el conocimiento y asegurar la conservación del capital natural del Estado.

Este Estudio de Estado será una herramienta básica para autoridades, académicos, comunidades indígenas y locales, así como la sociedad en general, con la cual podrán sustentar de mejor manera la toma de decisiones, el diseño de políticas y acciones de uso adecuadas y sustentables, en beneficio del desarrollo integral de la sociedad de la entidad.

Ha sido un privilegio para CONABIO colaborar con las autoridades ambientales del Gobierno del Estado, quienes tuvieron el liderazgo de este esfuerzo y asegurarón la participación nutrida de los distintos sectores de la sociedad poblana. Reconozco el apoyo y dedicación de los 17 coordinadores y 164 autores pertenecientes a más de 22 instituciones, especialmente a la Benemérita Universidad de Puebla, El Colegio de Posgraduados, La Universidad de las Américas y La Universidad Iberoamericana, cuyos académicos colaboraron de forma entusiasta y comprometida, en la compilación y revisión técnica y científica de las distintas secciones que constituyen este estudio de estado.

Por otro lado, agradezco el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) a través del Proyecto de Elaboración de Estrategias Estatales de Biodiversidad para los estados de Chiapas, Puebla y Veracruz, que ha apoyado la publicación de esta obra y la formulación de la Estrategia que actualmente se está elaborando.

Es importante hacer notar que esta obra ya está siendo utilizada como base para la elaboración de la Estrategia Estatal, que se encuentra también muy avanzada y cuyo objetivo fundamental es identificar las acciones necesarias para detener el deterioro del capital natural, usarlo de manera sustentable y mantener los servicios que los ecosistemas proveen para beneficio de la sociedad poblana. Con estos avances el Estado de Puebla enriquece de manera significativa los logros de México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD).

Exhorto a todos los participantes de este Estudio de Estado a continuar participando con el mismo entusiasmo y compromiso en la elaboración y desde luego, en la pronta y efectiva implementación de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Puebla.

Estoy seguro que tanto las autoridades, como la academia y la sociedad poblanas continuarán con las tareas de ampliar el conocimiento de la biodiversidad, identificar y registrar los cambios que experimenta y apoyar la difusión de esta obra.

Finalmente, tengo la confianza que los procesos y sinergias puestos en marcha a partir de la elaboración de este estudio y la estrategia subsecuente, promuevan que en un futuro no lejano se pueda constituir una Comisión Estatal de Biodiversidad, a semejanza de CONABIO, con la misión de producir inteligencia en materia de biodiversidad que apoye la toma de decisiones del gobierno estatal, los gobiernos municipales y la sociedad poblana.

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional
Comisión Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

# CONTENIDO


## PRESENTACIÓN

## INTRODUCCIÓN

Biodiversidad ..... 15
Importancia de la biodiversidad ..... 15
México, país megadiverso ..... 16
El convenio de diversidad biológica (CBD) de las Naciones Unidas ..... 16
La evaluación de los ecosistemas del milenio y la tercera perspectiva global sobre biodiversidad ..... 17
México y el convenio de diversidad biológica ..... 18
La instrumentación de la estrategia nacional de biodiversidad: Las estrategias estatales de biodiversidad ..... 19
La estrategia estatal para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad del estado de Puebla ..... 20

## CAPÍTULO 1 • MEDIO FÍSICO

Introducción ..... 27
Superficie y relieve ..... 27
Provincias fisiográficas del estado de Puebla y sus subdivisiones ..... 28
Clima ..... 31
Vientos ..... 31
Temperatura ..... 31
Precipitación ..... 31
Recursos hídricos ..... 32
Regiones hidrológicas ..... 32
Hidrología subterránea ..... 32
Zonas de veda ..... 37
Suelos ..... 38
Conclusión ..... 40
Estudio de caso 1.1 – Región socioeconómica II Teziutlán, Puebla ..... 41

## CAPÍTULO 2 • MEDIO SOCIOECONÓMICO

Introducción ..... 47
Sociedad y política ..... 47
Organización política y gobierno ..... 48
Geografía de Puebla y división territorial ..... 48
Población ..... 49
Economía ..... 57
Aportaciones al PIB estatal por sector de la economía ..... 58
Población ocupada por sector e ingresos obtenidos ..... 58
Principales sectores, productos y servicios ..... 59

## CAPÍTULO 3 • DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS


Introducción ..... 71
Regionalización biológica ..... 72
Regiones ecológicas ..... 72
Provincias biogeográficas y ecorregiones ..... 72
Tipos de vegetación de Puebla ..... 75
Bosques ..... 77
Matorral ..... 79
Selvas ..... 80
Agricultura ..... 83
Estudio de caso 3.1 – Vegetación de la reserva de la biosfera Tehuacán Cuicatlán ..... 84
Estudio de caso 3.2 – Bosques de *Quercus* o de encinos ..... 86
Conclusión ..... 89


## CAPÍTULO 4 • DIVERSIDAD DE ESPECIES


Introducción ..... 93
Diversidad de bacterias ..... 93
Introducción ..... 93
Diversidad ..... 93
Bacterias en la agricultura ..... 94
Bacterias de importancia médica ..... 98
Conclusión ..... 98
Diversidad de hongos ..... 98
Introducción ..... 98
Diversidad de hongos. Chichilnanacat y hongos relacionados. Los Ascomicetes ..... 99
Importancia y usos de los hongos en Puebla ..... 102
Diversidad de protoctistas ..... 110
Introducción ..... 110
Diversidad de protozoarios en Puebla ..... 111
Protozoarios de importancia médica 111
Diversidad de especies de fitoplancton ..... 113
Conclusión ..... 113
Diversidad de especies vegetales 119
Introducción ..... 119
Briofitas ..... 123
Pteridofitas (helechos y grupos afines) ..... 127
Angiospermas o magnoliophyta ..... 132
Gimnospermas ..... 136
Diversidad de especies animales ..... 138
Introducción ..... 138
Zooplancton ..... 138
Helmintos intestinales ..... 142
Insectos de Puebla 142
Peces ..... 148

Anfibios y reptiles 152
Aves en Puebla 159
Mamíferos 163
Estudio de caso 4.1 – Diversidad de plantas acuáticas en Puebla 169
Estudio de caso 4.2 – Colección entomológica de la Escuela de Biología de la BUAP 173
Estudio de caso 4.3 – Coleópteros lamelicornios 174
Estudio de caso 4.4. – La diversidad de las hormigas 177
Estudio de caso 4.5 – Las abejas 179
Estudio de caso 4.6 – Las aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla 180

## CAPÍTULO 5 • DIVERSIDAD DE LAS RECURSOS GENÉTICOS

Introducción 195
Los recursos genéticos como componentes de la biodiversidad 196
Recursos fitogenéticos 196
Recursos forestales 196
Recursos zoogenéticos 196
Recursos genéticos microbianos 198
Recursos fitogenéticos cultivados 198
Cultivos básicos 198
Hortalizas 201
Ornamentales 204
Cultivos de uso industrial 204
Forrajeros 205
Frutales 207
Especies de recolección 207
Medicinales 208
Aromáticas y condimentos 223
Ornamentales 223
Otras 224
Especies forestales 225
Especies maderables 225
No maderables 226
Especies animales 226
Bovinos 227
Equinos 227
Ovinos 227
Caprinos 228
Porcinos 228
Aves 229
Fauna silvestre 229
Diversidad microbiana: su estudio y aprovechamiento actual y potencial 230
Conclusión 232
Estudio de caso 5.1 – Los patrones varietales en maíz 232
Estudio de caso 5.2 – Patrones varietales de maíz identificados en Puebla 234

Estudio de caso 5.3 – Diversidad del género *Lupinus* sp. en la región de los Valles de Serdán y Libres del estado de Puebla ..... 235

**CAPÍTULO 6 • USOS DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE PUEBLA**

Introducción ..... 243
Servicios ambientales ..... 243
Usos del agua y situación de las cuencas hidrológicas ..... 244
Usos para acuacultura y pesca ..... 246
Manejo del suelo en Puebla ..... 250
Uso agrícola ..... 250
Uso ganadero ..... 252
Sistemas agrosilvopastoriles ..... 256
Pagos por servicios ambientales ..... 257
Turismo de naturaleza ..... 259
El patrimonio forestal de Puebla y su problemática ..... 260
Aprovechamiento de recursos forestales no maderables ..... 262
Autorizaciones en el aprovechamiento forestal sustentable ..... 264
Usos de la flora silvestre ..... 265
Usos tradicionales de la fauna silvestre ..... 267
Unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre ..... 271
Ganadería diversificada en la región mixteca ..... 272
Diversidad cultural y apropiación indígena de la naturaleza ..... 273
El desarrollo comunitario por medio del aprovechamiento turístico de la biodiversidad ..... 275
Los recursos naturales como materia prima de uso artesanal ..... 277
Uso biotecnológico de la diversidad bacteriana ..... 279
Conclusión ..... 280

**CAPÍTULO 7 • AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD**

Introducción ..... 285
Cambios a nivel de ecosistemas: cambios de uso de suelo y vegetación 1980-2000 ..... 285
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática ..... 285
Insectos y patógenos que afectan las áreas arboladas de Puebla ..... 287
Identificación de amenazas a los objetos de conservación en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán ..... 291
Transgénicos en Puebla, peligro para la biodiversidad en la cuna del maíz ..... 294
Amenazas a los anfibios en el estado de Puebla: dos casos de estudio ..... 296
Destrucción del hábitat de *Incilius cristatus* en la Sierra Norte ..... 297
Quitridiomicosis en *Plectrohyla arborescandens* en la Sierra Negra ..... 297
Situación actual de los ambystomátidos (amphibia: caudata) de la cuenca oriental del estado de Puebla ..... 298
Situación de los Ambystomas en las lagunas cráter de la cuenca oriental ..... 300
Amenaza a la biodiversidad microbiana por presencia de hidrocarburos en el suelo ..... 303
Estudio de caso 7.1 – Contaminación de cuerpos superficiales de aguas en Tehuacán, Puebla ..... 304
Estudio de caso 7.2 – Amenazas a la biodiversidad en sistemas acuáticos: el caso de Valsequillo ..... 305
Conclusión ..... 306

## CAPÍTULO 8 • PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE PUEBLA


Introducción ..... 311
Protección y conservación de la biodiversidad ..... 312
Áreas naturales protegidas federales de Puebla ..... 312
Áreas naturales protegidas estatales ..... 322
Otras áreas .....
Parque estatal Flor del Bosque ..... 322
Identificación de las regiones prioritarias para la conservación ..... 326
Conservación *Ex Situ* ..... 327
Bancos de semillas y germoplasma ..... 328
Jardines botánicos ..... 328
Reproducción de especies en cautiverio / zoológicos 328
Conservación de suelos ..... 331
Reforestación ..... 333
Ordenamiento ecológico territorial ..... 340
Programa de ordenamiento ecológico regional del Popocatépetl y zona de influencia, 2004 ..... 341
Programa de ordenamiento ecológico regional centro-poniente, 2007 ..... 343
Programa de ordenamiento ecológico regional de la Mixteca poblana, 2008 343
Programa de ordenamiento ecológico regional cuenca Necaxa-Laxaxalpan, 2008 ..... 343
Programa de ordenamiento ecológico regional cuenca Tuxpan (caracterización), 2008 ..... 343
Programas de ordenamiento ecológico municipales, 2007 ..... 343
Programas de ordenamiento ecológico municipales en municipios de muy alta marginación, 2008 ..... 345
Programas de ordenamiento ecológico municipales en cuatro municipios de muy alta marginación nororiental, 2008 ..... 345
Programa de ordenamiento ecológico municipal de Venustiano Carranza, 2008 ..... 345
Programas de ordenamiento ecológico municipales en cinco municipios con localidadesde alta marginación al norte del estado ..... 345
Programa de ordenamiento ecológico territorial del estado de Puebla, 2008 ..... 345
Acciones específicas de protección de la biodiversidad ..... 347


## CAPÍTULO 9 • EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL


Introducción ..... 357
Marco jurídico de la educación ambiental en el estado de Puebla ..... 357
Educación formal ..... 358
La construcción de una cultura ambiental mediante la educación formal en Puebla ..... 358
Conocimiento de la biodiversidad ..... 360
Acciones que se están tomando en la educación ambiental ..... 361
Educación no formal ..... 362
Comentarios finales ..... 369
Estudio de caso 9.1 – Conocimiento de los animales silvestres en Puebla por los estudiantes de educación primaria ..... 370
Estudio de caso 9.2 – La transversalidad ambiental en la Universidad Iberoamericana, plantel Puebla y la biodiversidad 372
Estudio de caso 9.3 – La contribución de los jóvenes poblanos en la conservación de la biodiversidad ..... 373

Estudio de caso 9.4 – Programa de radio Tras las huellas de la naturaleza 374
Estudio de caso 9.5 – Los medios de comunicación y la conservación en Puebla 375

**CAPÍTULO 10 • MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL PARA EL USO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

Introducción 379
Legislación internacional 379
Legislación federal 380
Normas oficiales mexicanas 382
Legislación estatal 384
Acuerdos estatales 384
Leyes estatales 385
Programas estatales, regionales o locales para la protección de especies 385
Estudio de caso 10.1 – Legislación municipal. Municipio de Puebla 389
Estudio de caso 10.2 – Análisis de políticas públicas 390

**CAPÍTULO 11 • GESTIÓN AMBIENTAL**

Introducción 393
Sector público 393
El sistema de gestión forestal 394
Sector privado 397
Sector académico 398
Organizaciones no gubernamentales 400
Conclusiones y estrategias 401

**CAPÍTULO 12 • HACIA LA ESTRATEGIA ESTATAL DE CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE PUEBLA**

Resumen 403
El estudio de la biodiversidad de Puebla: principales conclusiones 403

**LOS AUTORES**

Listado por órden alfabético 409

# INTRODUCCIÓN

*Andrea Cruz Angón, Anabella Handal Silva, Oscar A. Villarreal Espino Barros, Lucía López Reyes, Blanca Cantú Montemayor, Pedro Antonio López y Fernando Camacho Rico*

## BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica es un concepto que normalmente asociamos con la variedad de especies de animales y plantas observables a simple vista. No obstante, para el Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB), su definición es más amplia y abarca la variedad de las especies vivientes, no sólo las plantas (Plantae) y los animales (Animalia), sino los hongos (Fungi), protozoarios (Protista) y bacterias (Monera). Además la biodiversidad también incluye a los ecosistemas que las especies habitan y la variabilidad genética que estas poseen (CDB 1992, Conabio 2000). Recientemente se ha propuesto incluir a la variedad de plantas domesticadas por el hombre y sus parientes silvestres (agrobiodiversidad), la diversidad de grupos funcionales en el ecosistema (herbívoros, carnívoros, parásitos, saprófitos, entre otros) y la diversidad cultural humana (costumbres, lenguas y cosmovisiones) (Figura A.1 Niveles de la biodiversidad, de acuerdo al CDB).

## IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD

Los seres humanos hemos dado valor a la diversidad biológica desde tres puntos de vista: 1) biológico, debido a que cada uno de sus componentes constituye un reservorio de información evolutiva irremplazable; 2) económico, ya que obtenemos bienes esenciales para el desarrollo de nuestra vida diaria,

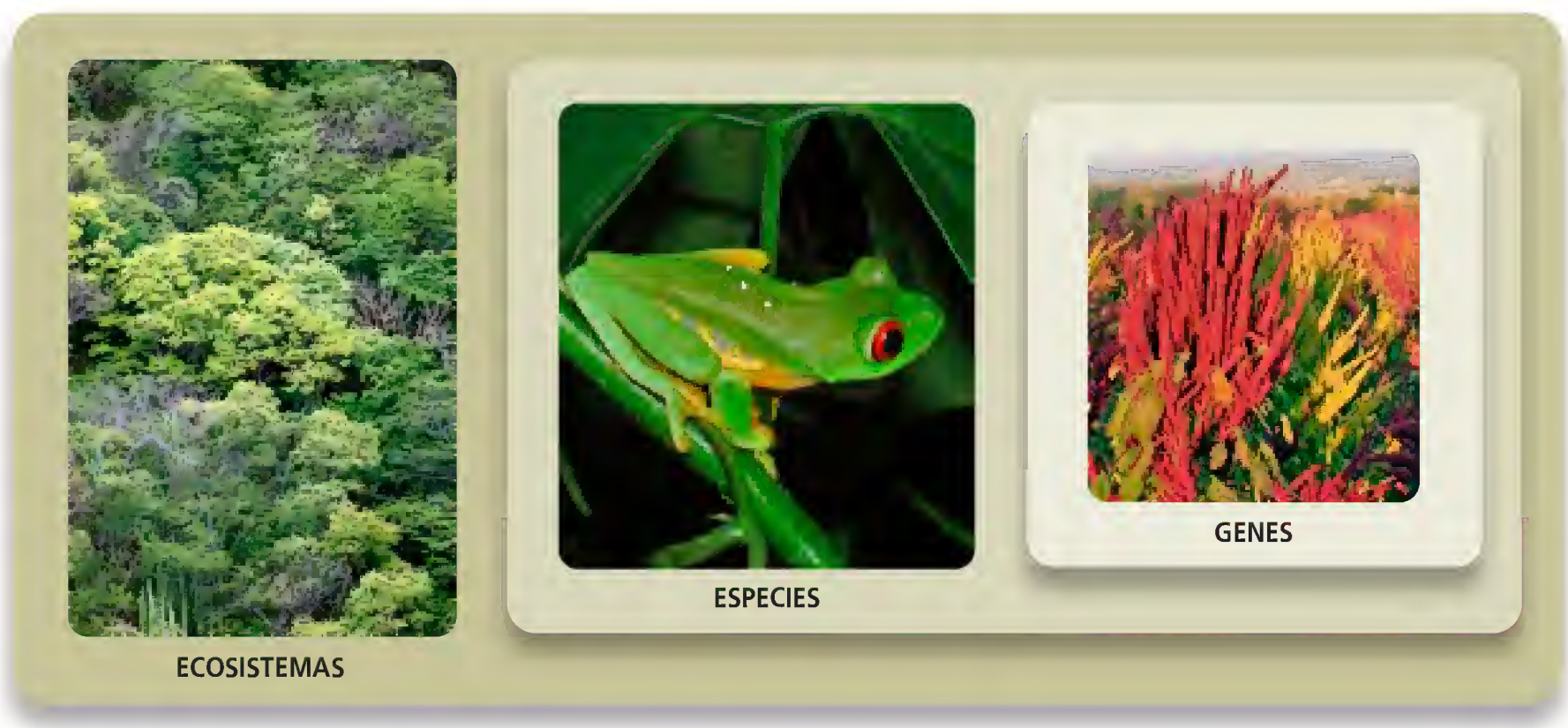



**Figura A.1** Niveles de organización incluidos en el concepto de biodiversidad ejemplificados con flora y fauna de Puebla (Modificado de Conabio, 1998). Se muestran: de derecha a izquierda, *Amaranthus* sp. el amaranto es cultivado ampliamente en el estado por sus propiedades alimenticias y su capacidad de adaptarse a distintas condiciones climáticas. (Foto: Manuel Grosselet, banco de imágenes de Conabio), *Agalychnis callidryas* rana que se distribuye en los bosques trópicales del estado (Foto: Luis Canseco Márquez) y bosque tropical caducifolio (Foto: Gonzalo Yanes Gómez).

**Figura A.2** Servicios y beneficios que prestan los ecosistemas. (Fuente: modificado de Conabio 2006)

por ejemplo, las variedades de especies vegetales y animales domesticadas, las materias primas de uso industrial (resinas, maderas, fibras, celulosa, entre otros) o los compuestos activos para la industria farmacéutica (anticoagulantes, antivenenos, anticonceptivos, antibióticos, entre otros); 3) cultural, como fuente de inspiración literaria, creencias, mitos y cosmovisiones (Toledo 1997).

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad, que pueden ser: 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos; 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión; 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (Conabio 2006; Figura A.2).

## MÉXICO, PAÍS MEGADIVERSO

La biodiversidad no se distribuye de manera uniforme en el planeta. En general, las regiones tropicales albergan mayor riqueza de especies. En la actualidad se reconoce que 17 países son megadiversos, ya que su diversidad biológica representa alrededor del 70 % de las especies conocidas en el planeta. Estos países son: México, Australia, Brasil, China, Colombia, Congo, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Madagascar, Perú, Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica y Venezuela (Mittermeier *et al*. 1997).

En el caso particular de nuestro país, es sorprendente que a pesar de que su superficie representa tan solo el 1.5 % del área terrestre del mundo, contiene entre el 10 y 12 % de las especies conocidas (Conabio 2006, Sarukhán *et al*. 2009). Dependiendo del grupo que se trate, entre 9 y 60 % de las especies registradas en México son endémicas, es decir, que se localizan únicamente en nuestro país (Sarukhán *et al*. 2009).

## EL CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB) DE LAS NACIONES UNIDAS

En 1992 durante la Cumbre de Río, en la Ciudad de Río de Janeiro, Brasil, los líderes del mundo preocupados por la pérdida de diversidad biológica, el calentamiento global y la degradación ambiental, firmaron tres instrumentos internacionales: el *Convenio Marco sobre Cambio Climático* (CMNUCC), *el Convenio de lucha contra la Desertificación* (CNULCD) y el *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Este último es un tratado mundial jurídicamente vinculante que persigue tres objetivos fundamentales: 1) la conservación de la diversidad biológica, 2) el uso sostenible de sus componentes

y 3) la distribución justa y equitativa de los beneficios provenientes de la utilización de los recursos genéticos. La participación en dicho Convenio es prácticamente global, lo que refleja de algún modo la preocupación sobre el deterioro ambiental, la pérdida de biodiversidad y la necesidad de realizar acciones que aseguren su conservación en el largo plazo.

En la 10ª Conferencia de las Partes del CDB, celebrada en Nagoya, Japón, en Octubre de 2010, se aprobó un nuevo Plan Estratégico para el periodo 2011- 2020. *Vivamos en armonía con la naturaleza*, es la visión para el 2050 de este Plan que regirá la vida del CDB durante los próximos diez años y cuyo propósito es que la diversidad biológica sea valorada, conservada, restaurada y utilizada en forma racional, para mantener los servicios de los ecosistemas en un planeta sano, que brinde los beneficios esenciales y necesarios para todos sus habitantes. La misión del Plan consiste en tomar medidas efectivas y urgentes para detener la pérdida de biodiversidad y que para el 2020 los ecosistemas continúen suministrando servicios ambientales, lo cual es esencial para garantizar no sólo la variedad de la vida, sino su continuidad. El Plan Estratégico 2011-2020 establece cinco objetivos estratégicos y 20 metas, todas ellas situadas dentro de un marco flexible con el fin de que los países puedan definir sus propias metas de acuerdo con sus capacidades y prioridades.

## LA EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO Y LA TERCERA PERSPECTIVA GLOBAL SOBRE BIODIVERSIDAD

En el año 2000, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) solicitó realizar la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), un esfuerzo internacional que contó con la participación de 1 360 expertos científicos de 95 países con el objetivo de evaluar las consecuencias del cambio en los ecosistemas para el bienestar humano (Figura A.3). Las principales conclusiones de este trabajo sin precedentes se resumen así:

I) Durante los últimos 50 años los humanos hemos modificado los ecosistemas, más rápida y ampliamente que en cualquier otro periodo comparable de nuestra historia, para satisfacer nuestras necesidades. Esto ha derivado en la pérdida irremediable de diversidad biológica sobre la Tierra.

II) Muchas personas se han beneficiado de la utilización y transformación de los ecosistemas naturales y de la explotación de la diversidad biológica. Sin embargo, estos beneficios tienen cada vez costos mayores en forma de pérdida de ecosistemas y especies, degradación de los servicios de los ecosistemas e incremento de la pobreza de otros pueblos.

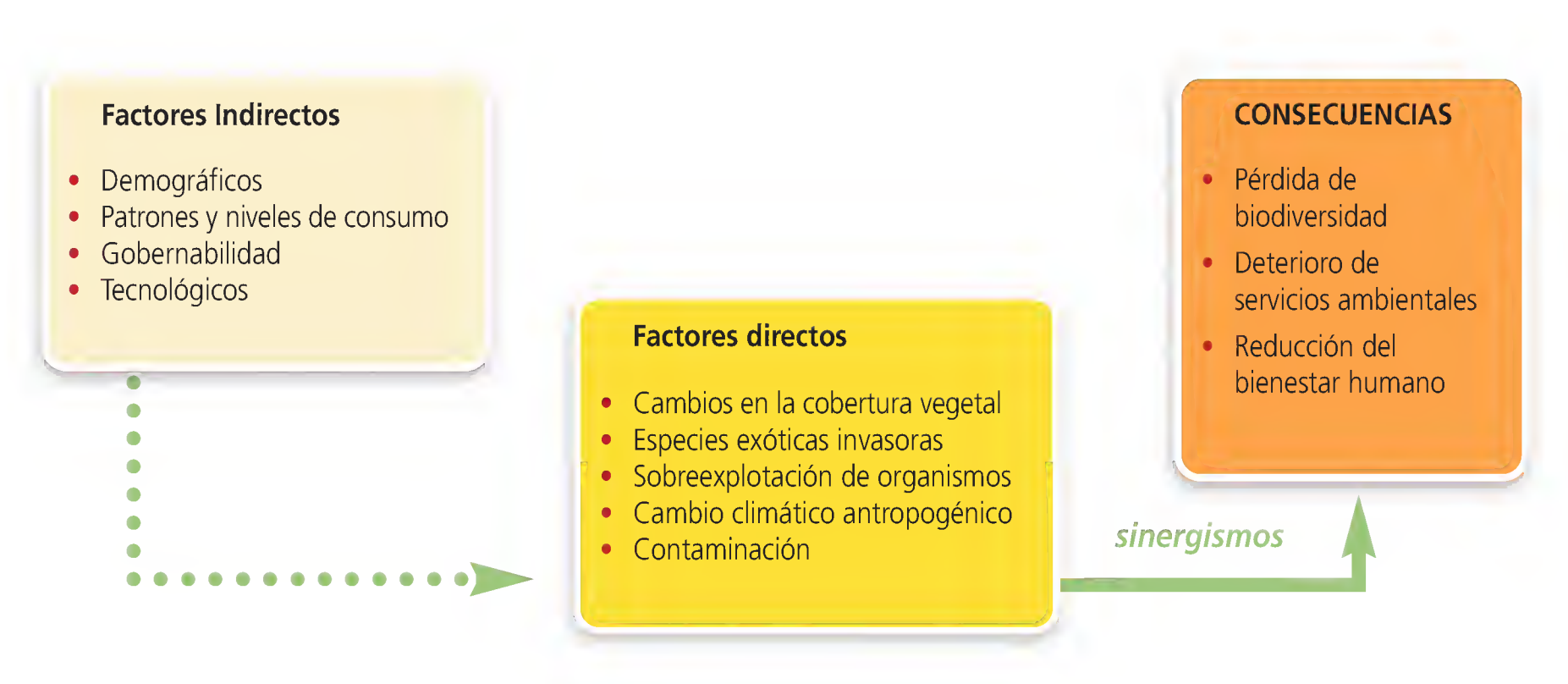



**Figura A.3** Factores directos e indirectos responsables de los cambios en la biodiversidad, sus servicios ambientales y las consecuencias para el bienestar humano. (Fuente: modificado de Conabio 2006).

III) Las cinco causas directas más importantes de pérdida de biodiversidad y de cambio y deterioro en los servicios de los ecosistemas son: la pérdida de los hábitats, el cambio climático, las especies exóticas invasoras, la sobreexplotación y la contaminación.

IV) Para alcanzar un progreso mayor en la conservación de la diversidad biológica que permita al mismo tiempo mejorar el bienestar humano y reducir la pobreza, será necesario intensificar los esfuerzos de conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y de los servicios de los ecosistemas. Pero estos esfuerzos no serán suficientes mientras no existan las condiciones favorables para atacar tanto las causas indirectas como las directas de la pérdida de biodiversidad.

V) Una mejor capacidad para predecir las consecuencias de la pérdida de biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y sus servicios, junto con mediciones mejoradas de la diversidad biológica, ayudarían a la adopción de decisiones a todos los niveles.

VI) La ciencia puede ayudar a asegurar que se adopten decisiones basadas en la mejor información disponible, pero en última instancia será la sociedad la que determine el futuro de la diversidad biológica.

En el 2010 el Secretariado del Convenio de Diversidad Biológica publicó la Tercera Perspectiva Global sobre Biodiversidad (GBO3, por sus siglas en ingles), en este documento, basado en los cerca de 120 informes nacionales presentados por las Partes del Convenio, se concluye que la meta al 2010 no se alcanzó[1]. Además, indica que las tendencias actuales de deterioro y pérdida de biodiversidad se están acercando a puntos de inflexión cuyas consecuencias más graves implicarían la reducción de la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales. Reconoce que las principales presiones causantes de la pérdida de diversidad biológica no sólo son constantes sino que además, en algunos casos, se están intensificando. No obstante, la acción nacional e internacional en apoyo de la diversidad biológica se está moviendo en la dirección correcta en varios campos importantes. Se están protegiendo más zonas terrestres y marinas, hay más países luchando contra la grave amenaza de las especies exóticas invasoras, y se está destinando más dinero a la aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Pero de no emprender acciones urgentes y contundentes que corrijan las situaciones que amenazan a la biodiversidad se tendrán graves consecuencias para todos.

Desafortunadamente nuestro país comparte una realidad ambiental con tendencias similares a las identificadas a nivel mundial (Conabio 2006). Esto se debe en gran medida a factores relacionados con los modos de producción y obtención de bienes y servicios que han resultado no sustentables.

La pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas también conllevan una degradación cualitativa y cuantitativa de los servicios ambientales que nos prestan y de los cuales depende directamente el bienestar de todas las personas (Conabio 2006).

## MÉXICO Y EL CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

México fue el 12° país en ratificar el CDB en 1993. Como resultado del cumplimiento de los compromisos adquiridos ante el Convenio, en 1998 se publicó "La diversidad biológica de México: Estudio de país", que fue el primer diagnóstico de la situación general de la biodiversidad, mediante el cual se identificaron los principales usos, amenazas, necesidades y oportunidades para su conservación (Conabio 1998).

Posterior a la publicación del Estudio de País, se formuló la *Estrategia Nacional de Biodiversidad de México* (ENBM; Conabio 2000) que fue el resultado de una serie de talleres y reuniones sectoriales donde participaron cerca de 400 personas. La ENBM plantea una visión a cincuenta años en el que se concibe a México como un país que ha logrado obtener un mayor conocimiento de su diversidad biológica, así como detener y revertir los procesos

[1] En 2002 durante la Sexta Conferencia de las Partes del CDB, los líderes del mundo acordaron para el 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de la diversidad biológica como una contribución a la reducción de la pobreza (UNEP/CBD/COP/6/26 2002). A este compromiso se le ha llamado la "Meta al 2010" y fue incorporada dentro del objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

de deterioro ambiental. Para lograr esta visión se planteó la instrumentación de cuatro líneas estratégicas: 1) Protección y conservación; 2) Valoración de la biodiversidad; 3) Conocimiento y manejo de la información y 4) Diversificación del uso.

México ha publicado "Capital Natural de México" en esta obra se utilizó el enfoque metodológico de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) y consta de cinco volúmenes *I. Conocimiento actual de la biodiversidad; II. Estado de conservación y tendencias de cambio; III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad; IV. Capacidades humanas, institucionales y financieras, y V. Escenarios futuros*, con los que se busca diseñar soluciones en materia ambiental, con base en la definición actualizada de los problemas. Los tres primeros volúmenes de esta obra, así como una síntesis ejecutiva fueron publicados en 2009, tras un esfuerzo sin precedentes de varios años, con la participación de 648 autores y 96 revisores externos de 227 instituciones (Sarukhán *et al*. 2009).

El Cuarto Informe Nacional de México al Convenio de Diversidad Biológica (Conabio y Semarnat, 2009), que es la comunicación más reciente con respecto al cumplimiento de este Convenio, resalta en sus conclusiones la necesidad de evaluar, revisar y actualizar la ENBM, con la finalidad de que ésta sea un instrumento eficaz de planeación en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Esta tarea pendiente para México cobra ahora mayor sentido, con la reciente aprobación del Plan Estratégico del CDB para el periodo 2011 – 2020, que incluye una meta al 2015 en la que los países habrán revisado y en su caso actualizado sus respectivas estrategias nacionales, con la finalidad de alinearlas al Plan Estratégico del CDB.

## LA INSTRUMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD: LAS ESTRATEGIAS ESTATALES DE BIODIVERSIDAD

Para poder alcanzar los objetivos planteados en el CDB y llevar a cabo las acciones trazadas en la ENBM desde una perspectiva federalista, la Conabio, en colaboración con gobiernos Estatales y representantes de los diversos sectores de la sociedad, inició los trabajos de elaboración de las **Estrategias Estatales sobre Biodiversidad (EEB)**, un proceso que toma en cuenta la diversidad cultural, geográfica, social y biológica de México. Los objetivos de este proceso en el largo plazo son:

1. Contar con herramientas de planificación a escala adecuada (estatal) para la toma de decisiones con respecto a la gestión de los recursos biológicos.

2. Institucionalizar políticas públicas en materia de biodiversidad.
   a. Establecer Sistemas Estatales de Información sobre Biodiversidad (como parte del SNIB).
   b. Consolidar los Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas (ANPs).
   c. Establecer programas permanentes de educación ambiental y difusión sobre la importancia de la biodiversidad.
   d. Integrar y armonizar iniciativas de conservación y uso sustentable.

3. Promover factura local de leyes sobre biodiversidad, el reparto equitativo de los beneficios del aprovechamiento y la conservación de la biodiversidad.

4. Facilitar el intercambio científico, cultural y político referente a la biodiversidad a distintas escalas, en el marco del CDB.

De forma análoga a la ENBM, el proceso de las EEB busca completar dos documentos de planificación estratégica importantes (Figura A.4): **1) Estudio de Estado**, que es un diagnóstico de línea base sobre la biodiversidad del estado en sus diferentes niveles, y **2) Estrategia Estatal sobre Biodiversidad**, que es un documento de planificación estratégica que establece las líneas prioritarias, acciones y recursos que cada entidad necesita para conservar y aprovechar sustentablemente su diversidad biológica. La formulación de estos dos documentos requiere de la amplia participación de diversos sectores de la sociedad que permitan la identificación de prioridades y la implementación de la Estrategia.

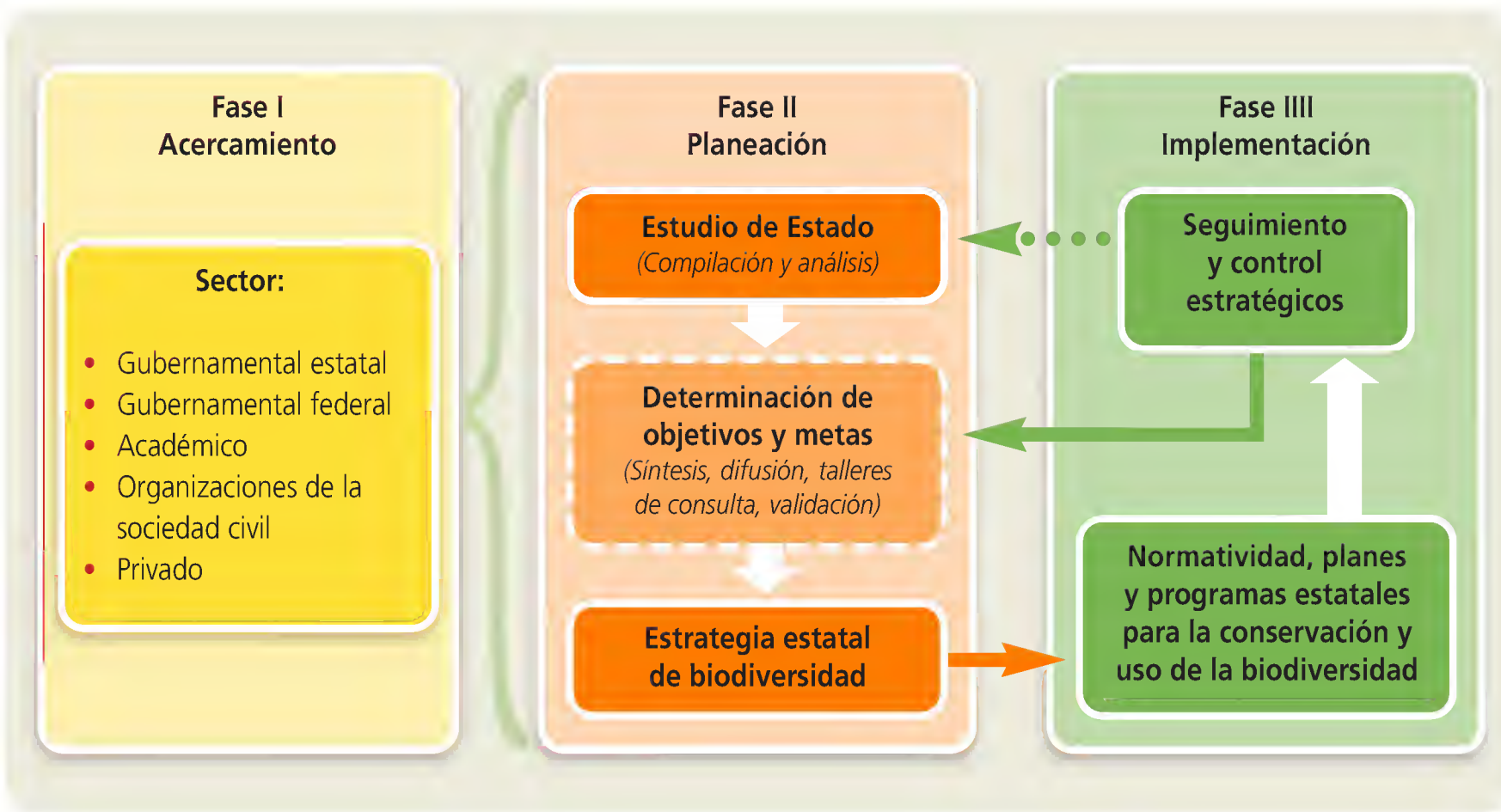



**Figura A.4** El proceso de elaboración de documentos de planeación estratégica e instrumentación de acciones en el marco del programa de Estrategias Estatales de Biodiversidad coordinado por la Conabio.

## La estrategia estatal para la eonservación y uso sustentable de la biodiversidad del estado de Puebla

En el contexto global, México ocupa el lugar 15 de 25 países que generan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero y el estado de Puebla también es vulnerable ante los efectos del cambio climático (Semarnat e INE, 2009). Esta vulnerabilidad se debe a la alta concentración demográfica en los municipios que conforman el área metropolitana de la ciudad de Puebla, a los elevados procesos de industrialización, al incremento de vehículos automotores, así como a los altos niveles de pobreza y marginación en varias regiones del estado. Estos factores han ocasionado en la última década una disminución de la precipitación pluvial en 200 l/m$^2$ y una temperatura media anual de 17.5 ° C que son característicos de un clima semiárido (Mayorga com. pers. 2009). En este sentido, se prevé un cambio climático que propiciaría condiciones similares a las de la Mixteca Poblana, como sequías severas y reducción del potencial agropecuario.

Ante esta situación y consciente de la problemática ambiental que enfrenta el estado, además de los retos que suponen el mantener un balance entre el desarrollo económico y social, la conservación y aprovechamiento sustentable de su biodiversidad, la entonces Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Puebla (SMRN), ahora Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) contactó a la Conabio para dar inicio al proceso de su Estrategia Estatal de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad. Durante 2006 se realizaron las primeras reuniones informativas sobre el proceso de las Estrategias Estatales de Biodiversidad con diversas instituciones de gobierno tanto estatales, como federales y el sector académico, principalmente universidades y centros de investigación. En 2007 se nombró a los investigadores que serían los coordinadores de cada uno de los capítulos del Estudio de Estado (Cuadro A.1).

Finalmente, tras un esfuerzo de colaboración sin precedentes para el estado, en el que participaron 31 instituciones estatales, nacionales y extranjeras y más de un centenar de autores (Cuadro A.2), Puebla ha cumplido con la primera meta de este proceso

**Cuadro A.1** Coordinadores de cada uno de los capítulos del Estudio de Estado.

| Nombre del Coordinador | Capítulo | Dependencia |
|---|---|---|
| M. en C. José Adrian Saldaña Munive | Medio Físico | BUAP |
| Dr. Ricardo Pérez Avilés<br>M. en C. Salvador Romero Castañón | Medio Socioeconómico | BUAP |
| M. en C. Gonzalo Yanes Gómez | Diversidad de Ecosistemas | BUAP |
| M. en C. Lucia López Reyes<br>M. en C. Moisés Carcaño Montiel | Diversidad de Especies | BUAP |
| Dr. Pedro Antonio López | Diversidad de Recursos Genéticos | Colegio de Posgraduados |
| M. en C. María Concepción López Tellez<br>M. en C. Salvador Romero Castañón | Usos de la Biodiversidad | BUAP |
| M. en C. Gonzalo Yanes Gómez | Amenazas a la Biodiversidad | BUAP |
| Biól. José Carlos Pizaña Soto<br>Biól. Cecilia Leticia Hernández Hernández | Protección a la Biodiversidad | Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán |
| Dr. Antonio Fernández Crispín | Educación y Cultura Ambiental | BUAP |
| Dra. Sonia Emilia Silva Gómez | Marco Jurídico | BUAP |
| Dr. Oscar A. Villarreal Espino Barros | Gestión Ambiental | BUAP |

**Cuadro A.2** Instituciones participantes en la elaboración del Estudio de Estado de Puebla.

| INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN | |
|---|---|
| 1 | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) |
| 2 | Colegio de Posgraduados |
| 3 | Universidad Iberoamericana Campus Golfo-Centro |
| 4 | Instituto de Estudios Superiores |
| 5 | Universidad de las Américas |
| 6 | Universidad Veracruzana |
| 7 | Universidad Autónoma Chapingo |
| 8 | Universidad Nacional Autónoma de México |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro A.2*

| | |
|---|---|
| **INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN** | |
| 9 | Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla |
| 10 | Instituto de Ecología A. C. Xalapa |
| 11 | Universidad Autónoma de Madrid |
| 12 | Universidad Veracruzana |
| **ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES** | |
| 13 | Centro para la Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de México, A. C. |
| 14 | Conciencia Ecológica de Veracruz, A. C. |
| 15 | Conservación de la Biodiversidad del Centro de México, A. C. |
| 16 | Ventana Ambiental |
| 17 | Nueva Tierra Baldía |
| **DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES ESTATALES Y MUNICIPALES** | |
| 18 | Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional |
| 19 | Instituto del Medio Ambiente |
| 20 | Consejo Estatal de Población |
| 21 | Secretaría de Turismo |
| 22 | Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla |
| 23 | Secretaría de Desarrollo Rural |
| 24 | Agencia de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable del Municipio de Puebla |
| **DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES FEDERALES** | |
| 25 | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |
| 26 | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad |
| 27 | Comisión Nacional del Agua |
| 28 | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |
| 29 | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| 30 | Dirección de la Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán |
| 31 | Dirección del Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan |
| 32 | Comisión Nacional Forestal |
| 33 | Comisión de Pueblos Indígenas |
| 34 | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente delegación Puebla |

**Figura A.5** Taller de información y elaboración del Estudio de Biodiversidad de Puebla, realizado el 13 de febrero de 2009 (Foto: Gobierno del Estado).

mediante la publicación de "La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado", obra que constituye el compendio más completo y actualizado de información sobre la diversidad biológica de Puebla.

En la elaboración de esta obra se realizaron diez reuniones informativas sobre el proceso de las Estrategias Estatales de Biodiversidad con personal académico de diversas instituciones y personal de la SMRN (Figura A.5).

Una vez asignados los coordinadores de capítulo, se procedió a convocar a expertos en las diferentes temáticas y se organizaron diversas reuniones para dar a conocer la mecánica de trabajo. Finalmente, se nombró al Consejo Editorial Científico, responsable de realizar la revisión y validación técnico científica en coordinación con la Conabio.

El Estudio está conformado por un capítulo introductorio, 12 capítulos con sus respectivos anexos, referencias bibliográficas y resúmenes curriculares de los autores. Cada capítulo consta de una introducción, el cuerpo de capítulo, cuadros, figuras y estudios de caso, que ayudan al lector a tener una comprensión integral de la obra. Los anexos incorporados en el CD permiten complementar el conocimiento proporcionando información técnica y científica a detalle.

Respecto a las fuentes de información sobre la biodiversidad de Puebla, se utilizaron los 75 953 registros del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de la Conabio. Sin embargo, la principal fuente de información fue el conjunto de datos recabados por los investigadores de las diferentes instituciones que colaboraron en la presente obra, llegando a 6 026 especies pertenecientes a diversos grupos biológicos (Cuadro A.3, Cuadro A.4).

Por último, es importante señalar que La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado representa un parteaguas del conocimiento del enorme patrimonio natural del estado, al presentarse por primera vez un diagnóstico completo y actualizado, que sentará las bases para el diseño de las acciones y estrategias, que aseguren la conservación y el uso racional y sostenido de la diversidad biológica en la entidad a través del desarrollo de una segunda fase denominada: la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del estado de Puebla.

**Cuadro A.3** Número de especies registradas en el estado de Puebla.

| Grupo | Especies |
|---|---|
| Angiospermas | 4 104 |
| Aves | 595 |
| Pteridofitas | 289 |
| Insectos | 209 |
| Reptiles | 187 |
| Protistas | 165 |
| Mamíferos | 161 |
| Hongos | 131 |
| Anfibios | 60 |
| Peces | 47 |
| Gimnospermas | 35 |
| Bacterias | 31 |
| Otros invertebrados | 12 |
| **Total** | **6 026** |

*(Fuente: diversas señaladas en los textos correspondientes de esta obra)*

**Cuadro A.4** Comparativo de la diversidad de vertebrados y plantas vasculares en Puebla respecto al total nacional.

| Grupo | México | Puebla según CNM (Sarukhán, 2009) | PUEBLA (esta obra) | Porcentaje en PUEBLA respecto al total nacional (%) |
|---|---|---|---|---|
| Dicotiledóneas | 19 065 | 2,026 (incluye Angiospermas y Gimnospermas) | 3 373 | 17.7 |
| Monocotiledóneas | 4 726 | | 731 | 15.5 |
| Peces | 2 692 | 4 | 47 | 1.7 |
| Briofitas | 1 482 | 297 | 88 | 5.9 |
| Aves | 1 096 | 347 | 595 | 54.7 |
| Musgos | 1 067 | | 288 | 27.0 |
| Reptiles | 804 | - | 187 | 23.1 |
| Mamíferos | 535 | 144 | 161 | 30.1 |
| Anfibios | 361 | - | 60 | 16.6 |
| Gimnospermas | 150 | | 35 | 23.3 |
| **Total** | **39 992** | | **5 891** | **14.7** |

*(Fuente: Sarukhán 2009, Distintos textos en esta obra)*

## LITERATURA CITADA

CDB. 1992, Convenio sobre la Diversidad Biológica, http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf

CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO y SEMARNAT. 2009, Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Media Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005, Ecosystems and Human Well-being:Synthesis, Island Press, Washington, DC.

Mittermeier, R., C. Goettsch y P. Robles Gil. 1997. Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo. CEMEX. México.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010. 94 pp.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. 2009. México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D.F.

Sarukhán, J. *et al*. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Toledo, V.M., 1997. La diversidad ecológica de México. En: E. Florescano (ed.), El Patrimonio Nacional de México, Vol. 1, Fondo de Cultura Económica, 111-138.

CAPÍTULO

# 1

Axalapasco de Quechulac (El término de Axalapasco se refiere a un cráter de origen volcánico que se encuentra ocupado por un cuerpo de agua; son comunes en los límites entre Puebla y Veracruz). Foto: Oscar Villareal.

CAPÍTULO 1

# MEDIO FÍSICO

*COORDINADOR:*
*José Adrián Saldaña Munive*

## INTRODUCCIÓN

*José Adrián Saldaña Munive*

Las variables propias del medio físico, como el relieve y el clima, no sólo determinan procesos biofísicos como la hidrología y la edafología: en suma imprimen una huella en el desarrollo de las comunidades vegetales, animales y humanas. En este capítulo se describen las principales variables que identifican al territorio poblano.

El estado de Puebla se ubica en la parte centro–este del país; tiene una superficie de 34 290 km$^2$, que representa el 1.7 % del espacio total nacional. Se caracteriza por una amplia heterogeneidad topográfica pues alberga cuatro grandes provincias biogeográficas: la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo Norte, el Eje Neovolcánico, y la Sierra Madre del Sur.

Esta diversidad geomorfológica ocasiona marcados cambios de altitud que dan lugar a una amplia diversidad de climas, dominando los climas templados que cubren la mayor parte del territorio, seguidos de los cálidos y los semicálidos; la heterogeneidad climática se debe, en parte, a que conforme aumenta la altitud disminuye la temperatura y el territorio poblano está dominado por topografía montañosa y de lomeríos (65 %).

Este territorio se caracteriza por contar con pocos afluentes superficiales de gran importancia, lo que provoca que la economía del campo se centre fundamentalmente en el agua subterránea. En este capítulo se describen las principales cuencas asociadas con los usos y explotación de acuíferos, identificándose cuatro grandes regiones hidrológicas, la RH 18, la RH 26, la RH 27 y la RH 28.

La enorme heterogeneidad que se desarrolla en el estado favorece también la presencia de un amplio abanico de tipos de suelo, hasta alcanzar 21 unidades edafológicas.

Un problema actual relacionado con la biodiversidad es el cambio de uso de suelo, cuyos procesos erosivos, que resultan de la deforestación-erosión e inestabilidad de laderas, han originado situaciones de desastre con importantes desplazamientos de organismos (Alcántara 2005); esta problemática se origina por el aprovechamiento de recursos naturales sin criterios de sustentabilidad, lo que altera los ecosistemas (Hadi *et al*. 2001). Las investigaciones realizadas han demostrado que las presiones biológicas ejercidas por factores del ambiente como lo son particularmente los elementos del clima tales como la temperatura y la precipitación, determinan tales desplazamientos y en el caso más grave su extinción (Anaya 1990).

## SUPERFICIE Y RELIEVE

*Ana María Palomares López y María de Lourdes Guevara Romero*

El estado de Puebla se ubica en la parte centro–este del país, no cuenta con salida al mar, su contorno semeja un triángulo isósceles, cuyo vértice apunta hacia el norte y la base hacia el sur. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 20º 50′; al sur 17º 52′; al este 96º 43′ y al oeste 99º 04′ (Gobierno del estado de Puebla 1997).

Colinda al norte con los estados de Hidalgo y Veracruz, al este también con Veracruz y Oaxaca, al sur con éste último y Guerrero y al oeste con este estado, Morelos, México, Tlaxcala e Hidalgo (Tamayo 1996).

El territorio se entiende como un espacio tridimensional en el que se desarrollan las comunidades vegetales, animales y humanas. Son muchos los enfoques que buscan estudiarlo y analizarlo; uno de los más usados es el enfoque geomorfológico,

**Figura 1.1.** Componentes del relieve. Vista del paisaje desde Tulcingo del Valle, Mixteca de Puebla (Foto: J. Adrián Saldaña M. 2009)

que estudia de manera descriptiva y explicativa las formas que tiene la corteza terrestre; es uno de los factores primordiales que ha contribuido en la definición de la relación roca-estructura-relieve-clima, siendo estos elementos esenciales los que modifican al territorio poblano en términos de tiempo geológico y son más estables, a diferencia de la vegetación y el uso del suelo, que cambian de forma rápida y abrupta considerando la influencia del hombre (Morán-Zenteno 1984) (Figura 1.1).

## Provincias fisiográficas del estado de Puebla y sus subdivisiones

Puebla cuenta con una superficie de 34 290 km$^2$, que representa el 1.7 % del espacio total del país, cuyos límites encierran áreas que corresponden a cuatro provincias fisiográficas: **Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur**, constituidas a su vez por 10 subprovincias fisiográficas (Figura 1.2), que observan características distintivas en cuanto a geología, altitud, hidrología, clima, precipitación pluvial, suelos y vegetación (INEGI 2004).

### Provincia Sierra Madre Oriental

Se extiende paralela a la costa del Golfo de México; es un conjunto de sierras de estratos plegados, de origen sedimentario marino, de edad mesozoica y sus cumbres presentan altitudes variantes entre los 2 000 y 3 000 msnm. Está representada por la subprovincia **Carso Huasteco** meridional perteneciente a la región Sierra Norte de Puebla. Limita al norte y noreste con la Subprovincia de Llanuras y Lomeríos; al este con la Subprovincia Chiconquiaco, perteneciente al Eje Neovolcánico; al sureste con la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y hacia el noroeste se interna en territorio veracruzano e hidalguense. El sistema de topoformas que domina es el de sierra altas, con grandes valles, mesetas y lomeríos escarpados, que cubren prácticamente toda esta zona (INEGI 2004).

### Provincia Llanura Costera del Golfo Norte

Se extiende sobre las costas del Golfo de México, desde el Río Bravo hasta la zona de Nautla, Veracruz. A diferencia de las otras provincias, geológicamente forma una costa de surgimiento constituida por materiales sedimentarios marinos cuya edad varía (desde el Cretácico hasta el Cuaternario). Está representada por la subprovincia **Llanuras y**

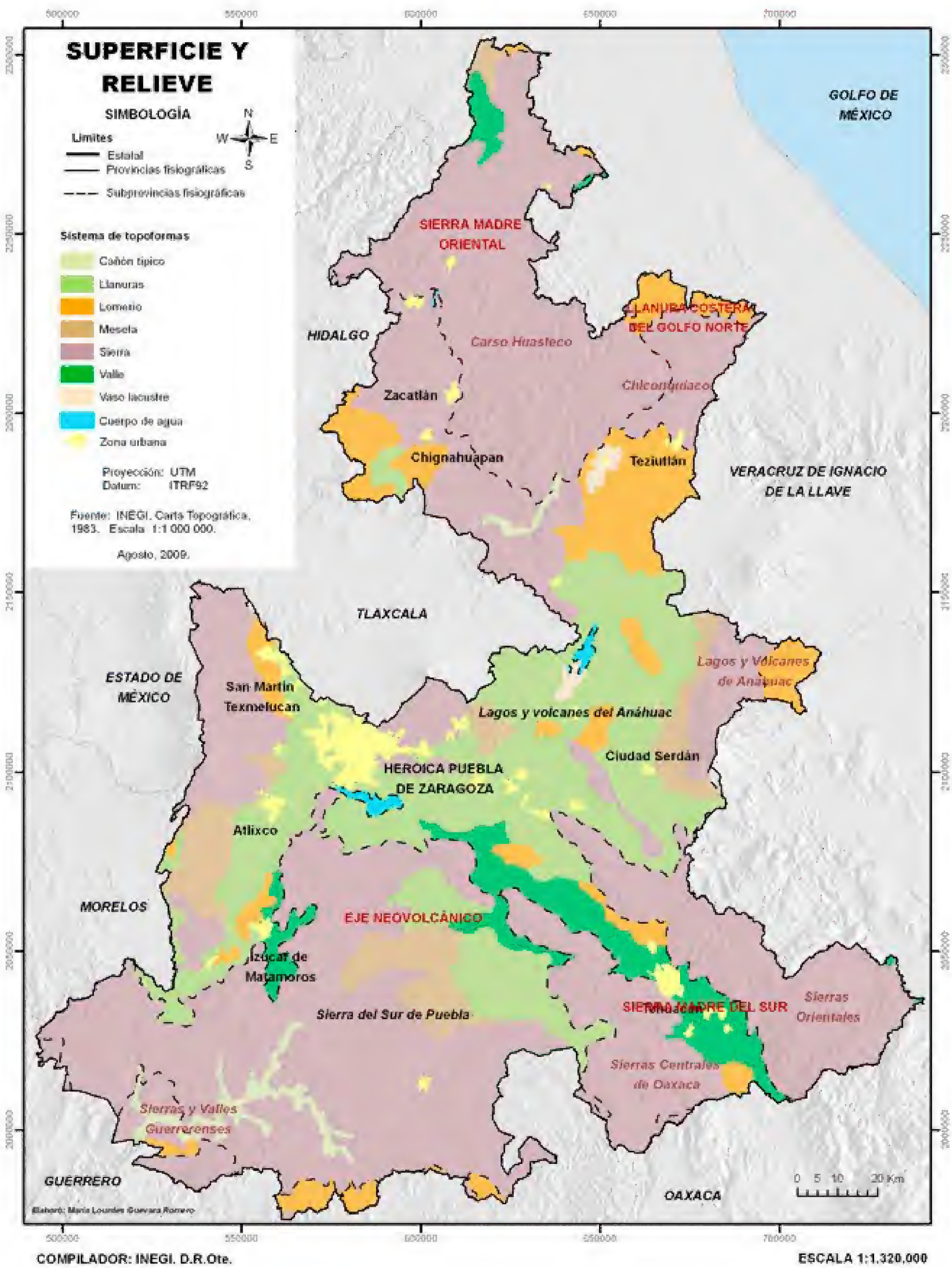



**Figura 1.2.** Superficie y Relieve del estado de Puebla (INEGI 2009)

**Lomeríos**, ocupa el extremo norte y parte del extremo noreste, colindando al sur y oeste con la Subprovincia Carso Huasteco, al este con la subprovincia Chiconquiaco del Eje Neovolcánico y hacia el norte y noreste continúa por el estado de Veracruz. Presenta un sistema de topoformas con lomeríos, valles y mesetas cerca de la Sierra Madre Oriental (INEGI 2000).

### Provincia Eje Neovolcánico

Se extiende en dirección este-oeste, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. Ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en donde se encuentran diversos volcanes y rocas volcánicas asociados a fallas y fracturas. Se caracteriza por una cadena de sierras y lomeríos, constituida por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas. Las tres Subprovincias que conforman el Eje Neovolcánico son: subprovincia **Lagos y Volcanes de Anáhuac**, que se extiende del norte al este, aproximadamente 35 km. al oeste de Toluca, hasta Quimixtlán. Limita al norte con las Subprovincias Carso Huasteco y Chiconquiaco; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz y al sur con las Subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla y Sierras y Valles Guerrerenses. En ella se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz, Popocatépetl e Iztaccíhuatl, que forman parte de un sistema de topoformas denominado sierra volcánica con estratovolcanes. Otros sistemas en la región son: sierras volcánicas con lomeríos, llanuras, mesetas, vaso lacustre salino y el volcán Negro.

Subprovincia **Chiconquiaco**, que constituye el extremo este del Eje Neovolcánico. Se introduce en la entidad por sus bordes centro-este y noreste, en una superficie que corresponde al 2.15 % del territorio. Dominan los lomeríos asociados con llanuras, sierra volcánica, mesetas y una llanura aluvial (Demant 1978).

Subprovincia **Sur de Puebla**. Limita al noreste con las Subprovincias de Lagos y Volcanes de Anáhuac, al este con las Sierras Centrales de Oaxaca, al sur con la Cordillera Costera del Sur y al suroeste con las Sierras y Valles Guerrerenses. Es una región de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias. Los sistemas de topoformas que dominan son los de llanuras, valles, cañón típico, mesetas, sierras y lomeríos.

### Provincia Sierra Madre del Sur

Limita al norte con la provincia del Eje Neovolcánico, al este con las provincias Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana y al sur y oeste con el Océano Pacífico. El origen de sus rasgos se debe a su relación con la placa de Cocos. Está representada por cinco Subprovincias:

Subprovincia **Cordillera Costera del Sur.** Está formada por una cadena de sierras que se extiende a lo largo de las costas michoacanas, guerrerenses y oaxaqueñas; se encuentra directamente en el sitio de subducción de la placa de Cocos. Colinda al oeste y norte con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, al noreste con la subprovincia Sur de Puebla y al oriente con la Mixteca Alta; la mayor parte de esta subprovincia corresponde esencialmente a la cuenca del río Atoyac, uno de los más importantes afluentes del Balsas. Las sierras están surcadas por lomeríos. Subprovincia **Mixteca Alta**, que limita con las Subprovincias: Sur de Puebla, Sierras Centrales de Oaxaca y Cordillera Costera del Sur. Está constituida por una sierra de aluviones continentales antiguos y rocas metamórficas; que se encuentra rodeada al este, oeste y norte por lomeríos escarpados.

Subprovincia **Sierras y Valles Guerrerenses**, compuesta por rocas calcáreas. Limita al norte con la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, al este con la Subprovincia Sur de Puebla, al sur con la Cordillera Costera del Sur al oeste con las Llanuras Morelenses. Conforma un sistema de topoformas de sierras, lomeríos, valle ramificado y cañón. Estas formas del relieve están constituidas de rocas calizas de edad cretácica. Subprovincia **Sierras Centrales de Oaxaca**, que se extiende desde el suroeste hasta la sierra de Oaxaca, con pendientes moderadas de rocas sedimentarias y volcánicas básicas, interrumpida por un valle árido que fisiográficamente es denominado "Valle de Laderas con Lomeríos".

Subprovincia **Sierras Orientales.** Desciende desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz, Oaxaca. Se extiende al noreste de la cuenca de Tehuacán y se conforma por un sistema de topoformas de sierras bajas, sierras altas y valles (Fuentes 1972).

# CLIMA

*Miguel Ángel Valera Pérez, Cristóbal Arreguín García y Edgardo Torres Trejo*

El estado posee gran diversidad de climas, principalmente por los marcados cambios de altitud de su relieve: los climas templados son los que cubren la mayor parte del territorio, en segunda instancia los cálidos y en tercer lugar los semicálidos; el restante corresponde a los semisecos, secos, semifríos y fríos (INEGI 2000).

En el norte, los climas cálidos de la vertiente oriental han propiciado el desarrollo de una comunidad vegetal exuberante como la selva alta perennifolia, la cual contrasta con los bosques de coníferas de las laderas occidentales de la sierra. En la zona centro, en las faldas de las elevaciones se distribuyen los bosques de coníferas; en la porción austral se encuentran la selva mediana subperennifolia y baja caducifolia, esta última es la de mayor distribución, además de los matorrales y chaparrales que se adaptan a las condiciones de menor humedad ambiental (García 1988). Lo anterior se presenta debido a que es posible identificar la presencia de los siguientes 25 tipos de climas (Cuadro 1.1) de acuerdo a la clasificación de Köppen (McKnight y Hess 2000).

Esta gran variedad climática (Figura 1.3) se debe a factores tales como la latitud, la altitud, el relieve y la distribución de suelos y aguas, que al interactuar imprimen condiciones particulares a los elementos del clima, como los vientos, la temperatura y la precipitación (Ramos *et al*. 2008).

## Vientos

Con respecto a la latitud, el estado se localiza en la zona intertropical, donde prevalecen los vientos alisios y temperaturas altas (>29º C) (INEGI 1987), condiciones que son modificadas por los otros factores. De este modo, los vientos alisios, que en general viajan del noreste al suroeste, son húmedos en esta región del país debido a su paso por el Golfo de México. Sin embargo, sólo producen altas precipitaciones en el noreste, este y sureste de la entidad como resultado de la orientación y altitud del relieve serrano que conforma esas áreas, el cual obliga al viento a ascender, por lo que se enfría, precipita y continúa su recorrido con menos humedad y produciendo una menor cantidad de lluvia en el resto del territorio; este último efecto es conocido como "sombra pluviométrica" u "orográfica". La cantidad de lluvia y su distribución durante el año en las zonas serranas del norte, se debe también a la acción de ciclones tropicales que incrementan la humedad de los vientos a fines del verano y principios del otoño y de frentes fríos o nortes, que propician la precipitación en el invierno.

## Temperatura

Las temperaturas son modificadas por la altitud, pues al aumentar ésta, disminuyen, de tal forma que los terrenos con menos de 1 000 msnm, como son los del norte y noreste, pertenecientes a la Llanura Costera del Golfo Norte y los correspondientes a los valles de los ríos Atoyac, Acatlán, Tehuacán y Petlapa, presentan temperaturas de 24º C o más, mientras que las áreas situadas por arriba de los 4 000 m de altitud tienen temperaturas medias anuales entre 2º y 4º C.

## Precipitación

La precipitación y la temperatura son factores que se derivan directamente de los efectos climáticos (clima); el análisis de lluvias se basa en la información suministrada por la Carta de Climas. La información correspondiente permite determinar la siguiente distribución de los valores de precipitación en el estado de Puebla: en la parte norte se registran isoyetas con valores medios anuales de 4 250, 3 750, 3 250, 2 750, 2 250 y 1 750 mm; en el centro de 1750, 1250, 1100, 900 y 750 mm y hacia el sur de 650, 550, 450 y 350 mm.

En lo que respecta a las temperaturas medias anuales, se manifiestan de la siguiente manera: en la parte norte y suroeste se registran isotermas con valores medios anuales de 21, 23, 25, y 27 ° C; en la parte centro del estado se registran temperaturas con valores de 11, 13, 15, 17 y 19 ° C. Las temperaturas más frías se localizan en las regiones volcánicas y van de 0, 2, 3, 5, 7 y 9 ° C.

**Cuadro 1.1** Tipos y subtipos de clima presentes en el estado de Puebla.

| Clave | Tipos y Subtipos climáticos |
|---|---|
| Af(m) | Cálido húmedo con lluvias todo el año |
| Am(f) | Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano |
| Aw2 | Subtipo de mayor humedad dentro de los cálidos subhúmedos |
| Aw0(w | Subtipo de menor humedad dentro de los cálidos subhúmedos |
| A(C)w1(w) | Subtipo de media humedad dentro de los semicálidos subhúmedos |
| A(C)w0(w) | Subtipo de menor humedad dentro de los semicálidos subhúmedos |
| (A)C(fm) | Semicálido húmedo con lluvias todo el año |
| C(fm) | Templado húmedo con lluvias todo el año |
| C(m) y C(m)(w) | Templados húmedos con abundantes lluvias en verano |
| C(w2)(w) y C(w2) | Subtipos de mayor humedad dentro de los templados subhúmedos |
| C(w1)(w) | Subtipos de humedad media dentro de los templados subhúmedos |
| C(w0)(w) | Subtipos de menor humedad dentro de los templados subhúmedos |
| C(E)(w2)(w) y C(E)(w2) | Subtipos de mayor humedad dentro de los semifríos subhúmedos |
| C(E)(w1)(w) y C(E)(w1) | Subtipos de media humedad dentro de los templados subhúmedos |
| BS1(h)w(w) | Subtipo semiseco muy cálido |
| BS1hw(w) | Subtipo semiseco semicálido |
| BSkw(w) y BS1k'w | Subtipos semisecos templados |
| BS0(h')w(w) | Subtipo seco muy cálido |
| E(T)H | Frío |
| Af(m) | Cálido húmedo con lluvias todo el año |
| Am(f) | Tipo cálido húmedo con abundantes lluvias en verano |
| Aw2 | Subtipo de mayor humedad dentro de los cálidos subhúmedos |
| Aw0(w) | Subtipo de menor humedad dentro de los cálidos subhúmedos |
| A(C)w1(w) | Subtipo de media humedad dentro de los semicálidos subhúmedos |
| A(C)w0(w) | Subtipo de menor humedad dentro de los semicálidos subhúmedos |

## RECURSOS HÍDRICOS

*Cristóbal Arreguín García y Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

El estado de Puebla es surcado por diversos ríos de importancia como el Atoyac, Nexapa, Pantepec, San Marcos, Nexapa – Acatlán, Ajajalpa, Apulco, Salado, Zempoala, Chichiquila, Mixteco, Acatlán, Tehuacán, Zapoteco y Coyolapa, también cuenta con presas como: Manuel Ávila Camacho, Necaxa, La Laguna (El Tejocotal), Tenango, Nexapa, La soledad, Boqueroncito y Omiltepec, El Salado, Totolcingo, Grande, Chica y Ajojotla (Gobierno del estado de Puebla 2005) (Figura 1.4).

### Regiones hidrológicas

Dentro del territorio poblano se confrontan cuatro grandes Regiones Hidrológicas (RH): la RH 18 que cubre todo el suroeste y la parte centro, la RH 28

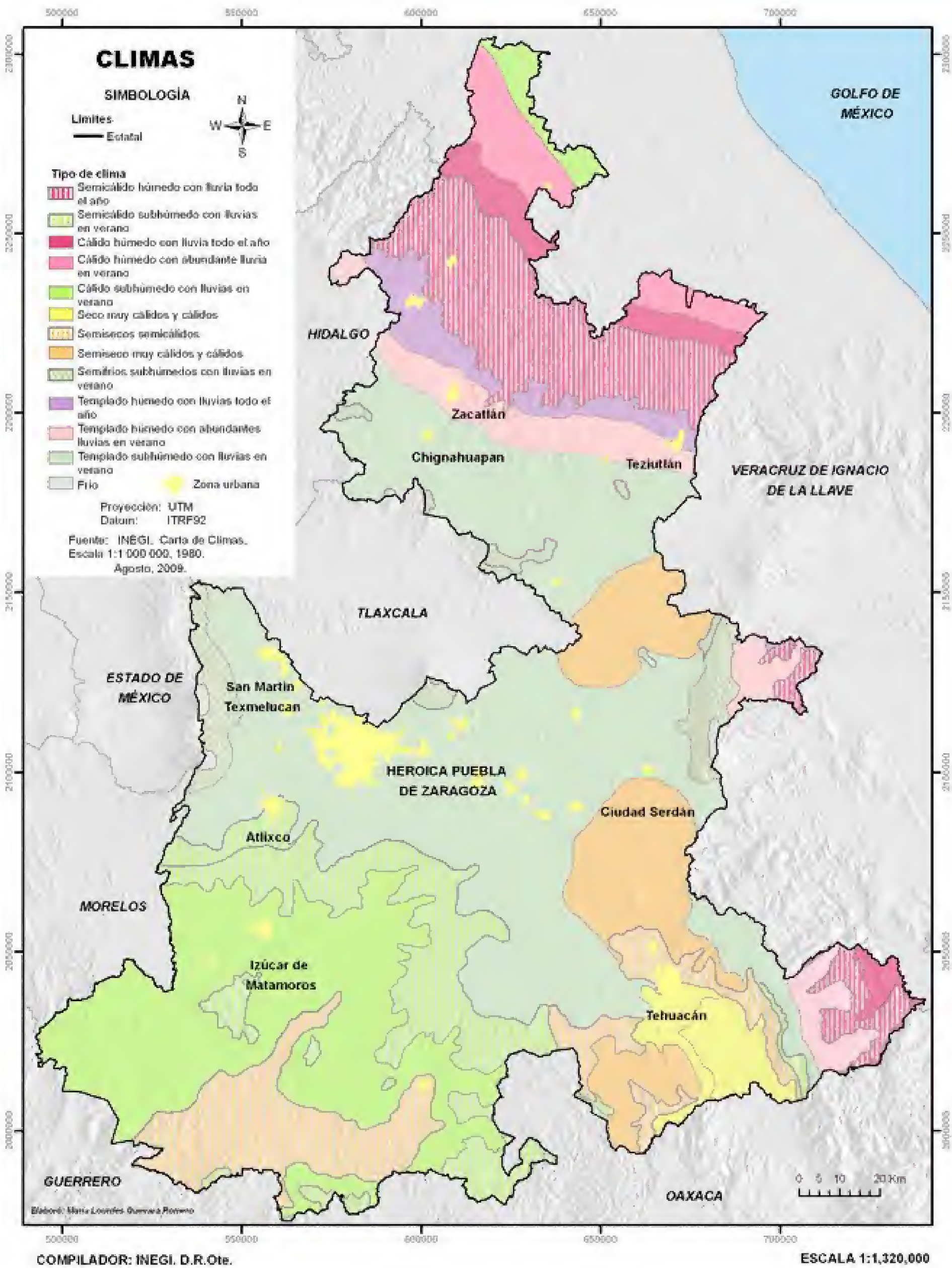



**Figura 1.3** Climas del estado de Puebla (INEGI 2009)

**Figura 1.4** Regiones Hidrológicas, Lago de Valsequillo visto desde la localidad La Paz Tlaxcolpan, Municipio Puebla. (Foto: J. Adrián Saldaña M. 2006)

que riega la zona sureste, la RH 27 que cubre en su totalidad la zona norte y la RH 26 que riega cuatro localidades del municipio de Zacatlán que colindan con el estado de Hidalgo y una parte del municipio de Honey. La entidad cuenta con 11 presas almacenadoras, 8 derivadoras y 40 bordos, que suman en conjunto una capacidad total de almacenamiento de 643 millones de metros cúbicos.

El tipo de drenaje observado en todas estas regiones es en general dendrítico, particularmente en la porción suroeste del estado, dentro de la región de Atoyac, aunque en algunas zonas existen diferencias relacionadas con el substrato geológico que las constituye. Dentro de la misma región hidrológica, en la zona centro, son notorios los patrones de avenamientos radiales y las cuencas cerradas que albergan cuerpos de agua (Cuenca de Oriental). Esto se debe a la existencia de varias estructuras geológicas y depósitos volcánicos de reciente formación. En las zonas norte y sureste de la entidad, en las regiones Tuxpan-Nautla y Papaloapan respectivamente, los cursos de las corrientes muestran algunos trazos rectangulares que son reflejo de los plegamientos que afectaron estas regiones en el pasado geológico (Gobierno del estado de Puebla 2005).

### Región Hidrológica (RH-18)
### Río Balsas

Esta región es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y suroccidental del estado, se extiende desde Michoacán y alcanza una pequeña porción de Veracruz, donde está limitada por las elevaciones que circundan la Cuenca de Oriental-Perote, entre las que destacan la Caldera de los Húmeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente. Está subdividida en 10 cuencas; cuatro de ellas se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), Río Atoyac; (B), Río Balsas-Mezcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto el 59 % de la superficie estatal, aproximadamente.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona es el río Atoyac, que es además, la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero baja de la Sierra Nevada y el segundo de la sierra de Tlaxco (INEGI 1987). En la ciudad de San Martín Texmelucan, las aguas de esa corriente y sus afluentes se aprovechan en las actividades agrícolas, domésticas e industriales. Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que, sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura. El Atoyac recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los ríos Mixteco, Nexapa y Tlapaneco. Al ingresar al estado de Guerrero, cambia su nombre al de río Mezcala y posteriormente al de Balsas. El escurrimiento medio anual de los ríos Atoyac y Nexapa se estima en 458 millones de metros cúbicos.

Dentro de la cuenca "A" Río Atoyac se encuentra la zona denominada Llanos de San Juan, Cuenca Cerrada de Oriental o Región del Seco (INEGI 2000). Esta área es una vertiente interior de tipo "endorréica", es decir, una zona carente de drenaje hacia el mar, donde no se han labrado cauces y en la que el escurrimiento de la precipitación pluvial, es con base en las diferencias de nivel (Tamayo 1996). La zona comprende los Municipios de Aljojuca, Oriental, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco

y Tepeyahualco (Gobierno del estado de Puebla 1988). La lluvia en los Llanos de San Juan drena principalmente hacia las lagunas saladas e intermitentes de Totolcingo (Tequesquital) y El Salado, así como en los llamados axalapascos que son lagos cráter (*maars o diatremas*; son seis: Aljojuca, Tecuitlapa, Alchichica, La Preciosa (Las Minas), Quechulac y Atexcac. Los axalapascos son únicos a nivel mundial, no solo por su origen y su belleza, sino por sus peces y anfibios endémicos (CONABIO 2009). El escurrimiento total de esta cuenca interior se estima en 80 millones de $m^3$ (Tamayo 1996).

### Región Hidrológica (RH-27) Tuxpan-Nautla

Se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi toda la parte norte del estado (24.6 % de la superficie de la entidad). El límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la Caldera de los Húmeros. Desde esta zona la región se extiende hasta los estados de Veracruz e Hidalgo. En la entidad está representada por las cuencas (A), Río Nautla; (B), Río Tecolutla; (C), Río Cazones y (D), Río Tuxpan. Esta zona es la más lluviosa del estado: se registran precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3 000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4 000 mm. La temperatura media anual, oscila desde 14° C en las partes más altas de la sierra, hasta 24° C en los dominios de la planicie costera.

### Región Hidrológica (RH-28) Papaloapan

Abarca la zona sureste y parte del oriente; se extiende hacia el este de la Cuenca de Atoyac; ocupa las zonas de Quimixtlán Chichiquila, la cañada poblana-oaxaqueña y la sierra Mazateca. Está integrada por las cuencas (A), Río Papaloapan y (B), Río Jamapa, que en conjunto constituyen aproximadamente el 16 % de la superficie total estatal. El volumen estimado de escurrimiento anual es del orden de 3 116 millones de metros cúbicos (CONAGUA 1992), que representa el 28 % del escurrimiento virgen del estado. No existen aportaciones de corrientes de estados vecinos y el volumen que escapa es muy reducido (Figura 1.5).

## Hidrología subterránea

Entre sus riquezas naturales Puebla cuenta con pocos afluentes superficiales de gran importancia; la economía del campo se centra fundamentalmente en el agua subterránea. El estado presenta una topografía montañosa y de lomeríos (65 %); el resto son zonas más o menos planas, donde es factible la extracción de agua subterránea.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), divide en cinco zonas geohidrológicas al estado: Valle de Puebla, Cuenca de Oriental, Tecamachalco, Atlixco-Izúcar de Matamoros y Tehuacán (Cuevas 2007). Otras de menor importancia que las anteriores son las de Ixcaquixtla, Metlaltoyuca y Atoyatempan. Las cinco grandes zonas geohidrológicas, contienen una o más áreas de explotación, separadas o no por pequeños parteaguas, que son alimentadas por diferentes zonas de recarga. Los materiales que conforman los acuíferos son por lo general de origen aluvial, que incluyen sedimentos cuaternarios no consolidados que consisten de gravas, arenas, limos y arcillas.

La extracción de agua en el estado es a través de pozos, norias, galerías filtrantes y manantiales; el agua extraída en la entidad se destina en aproximadamente un 80 % a la agricultura, en segundo lugar están los servicios públicos urbanos y domésticos con 15 %, 3.5 % para la industria y tan solo el 1.5 % restante para fines pecuarios. También existen aguas termales que alcanzan temperaturas que van de los 36° a los 90 °C, como en los manantiales de los Humeros, Chignahuapan e Izúcar de Matamoros.

### Valle de Puebla

Se sitúa en la parte centro oeste del estado; se extiende entre las elevaciones de la Malinche y el Iztaccíhuatl; hacia el norte limita con el estado de Tlaxcala y al sur abarca hasta los poblados de Santa Isabel Cholula y Totimehuacán aproximadamente. El valle comprende dos zonas de explotación: la primera de ellas es Atoyac-San Martín Texmelucan, que ocupa casi la totalidad del valle. La

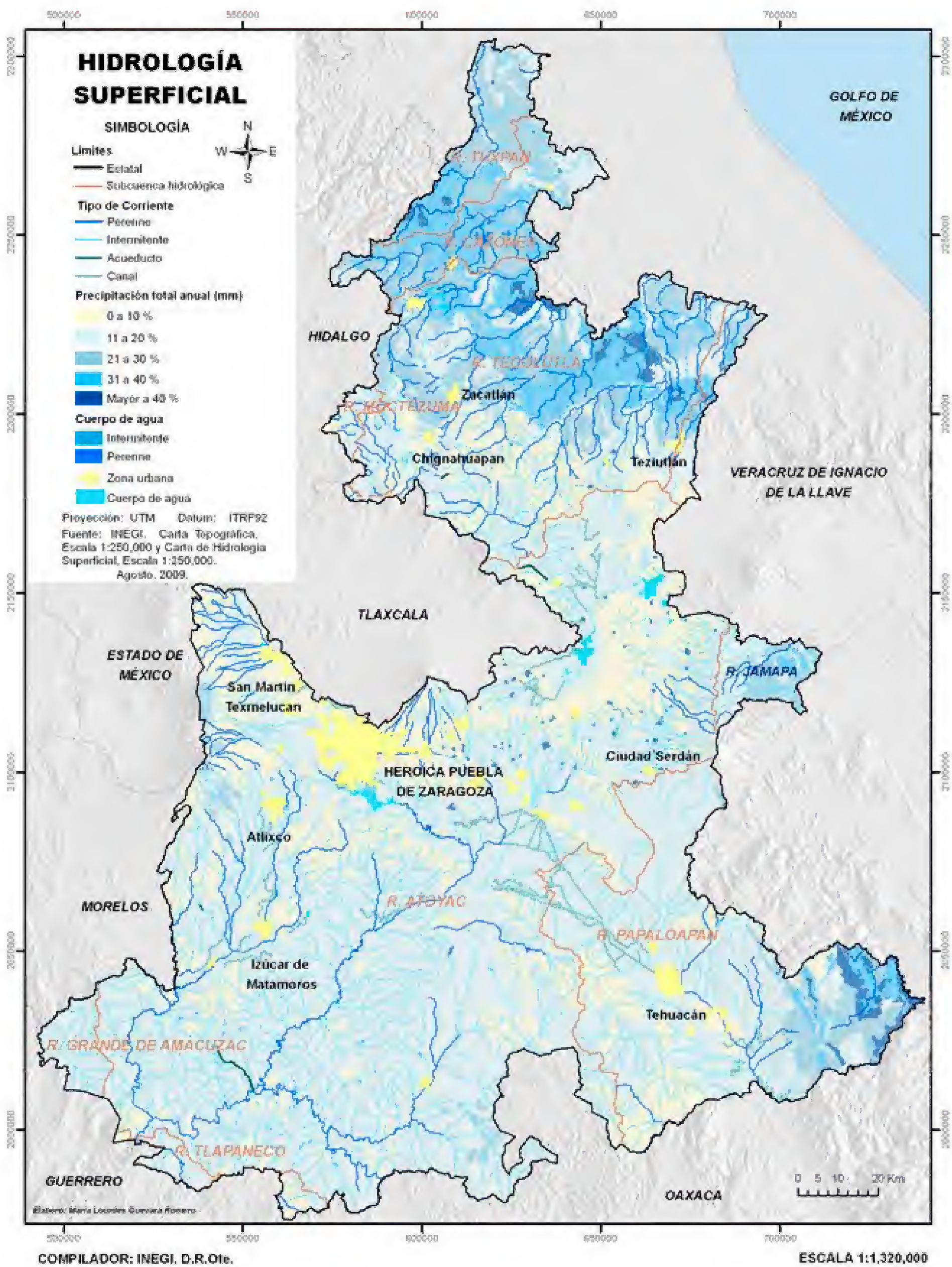



**Figura 1.5** Hidrología superficial: regiones, cuencas y subcuencas (INEGI 2009)

segunda zona de explotación corresponde al Atoyac, que incluye el área conurbada de la ciudad de Puebla y se extiende hacia el oeste hasta la localidad de Amozoc.

El acuífero del Valle de Puebla está formado geológicamente en su parte superior por materiales aluviales no consolidados, como son la grava, arena y arcilla, que en conjunto presentan una permeabilidad general media-alta a alta. La parte inferior está formada por basalto, toba y andesita fracturada, de varios cientos de metros de espesor, que están limitadas en la parte inferior por rocas calcáreas, consideradas como el basamento geohidrológico de la cuenca. La parte inferior del acuífero contiene agua sulfurosa en algunos sectores del sur y suroeste de la ciudad de Puebla. Estas fuentes pueden ser susceptibles de aprovechamiento mediante tratamiento (Flores-Márquez *et al*. 2006).

### Cuenca de Oriental

La Cuenca de Oriental se localiza en la parte media-oriental de la entidad y se extiende hasta las poblaciones de Rafael Lara Grajales, Soltepec, Tlachichuca, Guadalupe Victoria y Tepeyahualco, abarcando parte de los estados de Tlaxcala y Veracruz.

El material geológico que forma esta cuenca se basa en depósitos aluviales y lacustres, material piroclástico y derrames lávicos con posterior fracturamiento. En las partes bajas de la cuenca prevalecen los sedimentos, mientras que las rocas volcánicas predominan en el resto de la misma. En general, estos materiales son de alta permeabilidad, aunque existen algunos horizontes poco permeables. En la porción sur de la cuenca, la parte inferior del acuífero está formada por calizas arrecifales de la formación Orizaba.

### Atlixco-Izúcar de Matamoros

Se localiza en la porción suroeste y ocupa los valles de estos municipios. De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), sus límites van a lo largo de la llanura del río Nexapa, el valle de Chietla, Chiautla y Huehuetlán el Chico.

El acuífero está constituido por depósitos aluviales de alta permeabilidad; hacia el norte, predominan derrames lávicos de permeabilidad media; al sur, en las inmediaciones de Izúcar de Matamoros, se encuentran sedimentos lacustres y el piso del acuífero está formado por rocas metamórficas del complejo Acatlán.

### Tecamachalco

Se sitúa en la parte centro-este del estado e incluye parte del distrito de riego Valsequillo, que se extiende hasta parte de Tehuacán y Nanahualipan, en el extremo sureste del estado. Esta zona geohidrológica comprende los acuíferos de Tecamachalco, Palmar de Bravo y Esperanza.

El acuífero de Tecamachalco está formado en su parte superior por depósitos aluviales no consolidados como arenas, limos y arcillas. La permeabilidad general de los materiales varía de media a media-alta. En su parte inferior existen calizas arrecifales de alta permeabilidad secundaria. El basamento geohidrológico lo constituyen caliza arcillosa, lutita y arenisca casi impermeables (Flores-Márquez *et al*. 2006).

### Tehuacán

Se localiza en la porción sureste, relacionándose con la cuenca de Tecamachalco. En su parte superior el acuífero está formado por depósitos aluviales con espesor que varía desde pocos metros hasta 50 m. La parte inferior está compuesta por clastos calcáreos, yesos y conglomerados. En el área de la ciudad de Tehuacán, la parte superficial del acuífero está constituida por travertinos muy porosos y permeables, con oquedades de gran tamaño, que alimentan a numerosas galerías filtrantes y a manantiales que descargan.

## Zonas de veda

La CONAGUA es la institución encargada de controlar y reglamentar la extracción del agua subterránea, mediante el decreto de zonas de veda.

Estas zonas son áreas en las cuales la extracción del agua subterránea y la perforación de pozos con dicho fin se encuentra bajo control, lo que incluye la restricción e incluso la prohibición del aprovechamiento.

Todas las zonas de explotación descritas anteriormente se encuentran vedadas desde el año de 1950 debido a la excesiva extracción en la porción central del estado; estas áreas fueron ampliadas

por el decreto del 15 de noviembre de 1967, publicado en el diario oficial, en el cual se declara "zona de veda para el alumbramiento de aguas en el subsuelo, en la zona meridional del territorio poblano". En esta zona quedan incluidos la mayoría de los municipios localizados en el Valle de Puebla, zona de Atlixco-Izúcar de Matamoros y zona de Tecamachalco (Gobierno del estado de Puebla 1988).

## SUELOS

*José Adrián Saldaña Munive, Rafael Vicente Aguilera, Víctor Tamariz Flores y José Antonio Ticante Roldán*

Las condiciones ecológicas contrastantes en el estado han favorecido un mosaico edáfico variado con una diversidad de 21 unidades de suelos (Figura 1.6)

Su formación se debe a la acción combinada de diversos factores: clima, material parental, relieve, organismos y el tiempo. Considerando que estos factores influyen en la génesis de los suelos, se tienen en consecuencia diversos procesos de formación, entre los que sobresale: la meteorización, lixiviación, óxido-reducción, mezcla del suelo, calcificación y salinización (Sánchez 1980).

La clase textural media predomina con un 65 %, que corresponde a 2 227 245 ha, distribuidas a lo largo de todo el territorio; le sigue la textura gruesa que ocupa el 20.5 %, con 700 989 ha, las cuales se distribuyen sobre todo en el centro y por último la textura fina con el 12.9 % correspondiendo a 442 608 ha., distribuidas en partes del norte y sur del territorio poblano.

Los suelos arcillosos presentan drenaje interno bajo, en tanto que los de textura media poseen drenaje moderado y los de textura gruesa se consideran bien drenados.

Desde el punto de vista orgánico, la fertilidad de los suelos agrícolas varía de media a baja; el manejo al que han sido sujetos los ha empobrecido. En general hay disponibilidad de elementos esenciales, pero en el caso de Andosoles existe una retención del fósforo aprovechable por las plantas. Actualmente la mayor parte de los suelos agrícolas del estado son continuamente fertilizados en favor de obtener cosechas de forma regular (Werner 1978).

Los tipos de suelo más abundantes son los Leptosoles, Regosoles, Phaeozems y Andosoles (WRB 2000), que en conjunto ocupan el 69.1 % del territorio poblano, el 24.2 % es ocupado por los Luvisoles, Vertisoles, Arenosoles, Cambisoles, Fluvisoles, Calcisoles y Durisoles y el restante 5.3 % por unidades poco representativas en extensión como Chernozems, Solonchaks, Acrisoles, Umbrisoles, Nitisoles, Gipsisoles, Kastañozems, Planosoles, Solonetz y Gleysoles; el 1.5 % restante lo conforman Zonas Urbanas y Cuerpos de Agua para sumar el 100 % de la superficie estatal (Cuadro 1.2).

A continuación se describe la distribución de los cuatro tipos de suelos más abundantes en área ocupada dentro del estado (INEGI 2000).

**Leptosoles -** Se localizan en sierras y lomeríos de la Sierra Madre Oriental hacia Huehuetla e Ixtacamaxtitlán, en la Sierra Madre del Sur hacia Santa María del Monte y Caltepec.

**Regosoles -** Suelos poco evolucionados en su perfil, que constituyen la etapa inicial de formación de un gran número de ellos. Se localizan en extensas zonas de la Sierra Madre del Sur hacia Chiautla de Tapia, en el Eje Neovolcánico hacia Zacatepec y en la Llanura Costera del Golfo Norte hacia Metlaltoyuca y Tenampulco (Buol *et al*. 1983).

La vocación actual de estos suelos es variada y está relacionada con la diversidad ecológica que se presenta; algunos sustentan pastizales cultivados e inducidos, agricultura de temporal y en algunas zonas, bosques de pino y vegetación secundaria de selva baja caducifolia (Figura 1.7).

**Phaeozems -** Su distribución es muy amplia, encontrándose en la Llanura Costera del Golfo Norte hacia Jalpan, en el Eje Neovolcánico hacia Chignahuapan Oriental, Santa María del Monte y Cholula, y en sitios muy localizados de la Sierra Madre del Sur.

Estos suelos están influidos en su formación por las características climáticas, mismas que determinan la cobertura vegetal que favorece los procesos de formación de humus. Tienen una fertilidad natural elevada y producen buenas cosechas, las que pueden aumentarse si se realizan estudios más detallados al respecto. Tradicionalmente son dedicados a la agricultura de temporal, aunque también en ellos se ubican pastizales cultivados y algunos tipos de vegetación secundaria.

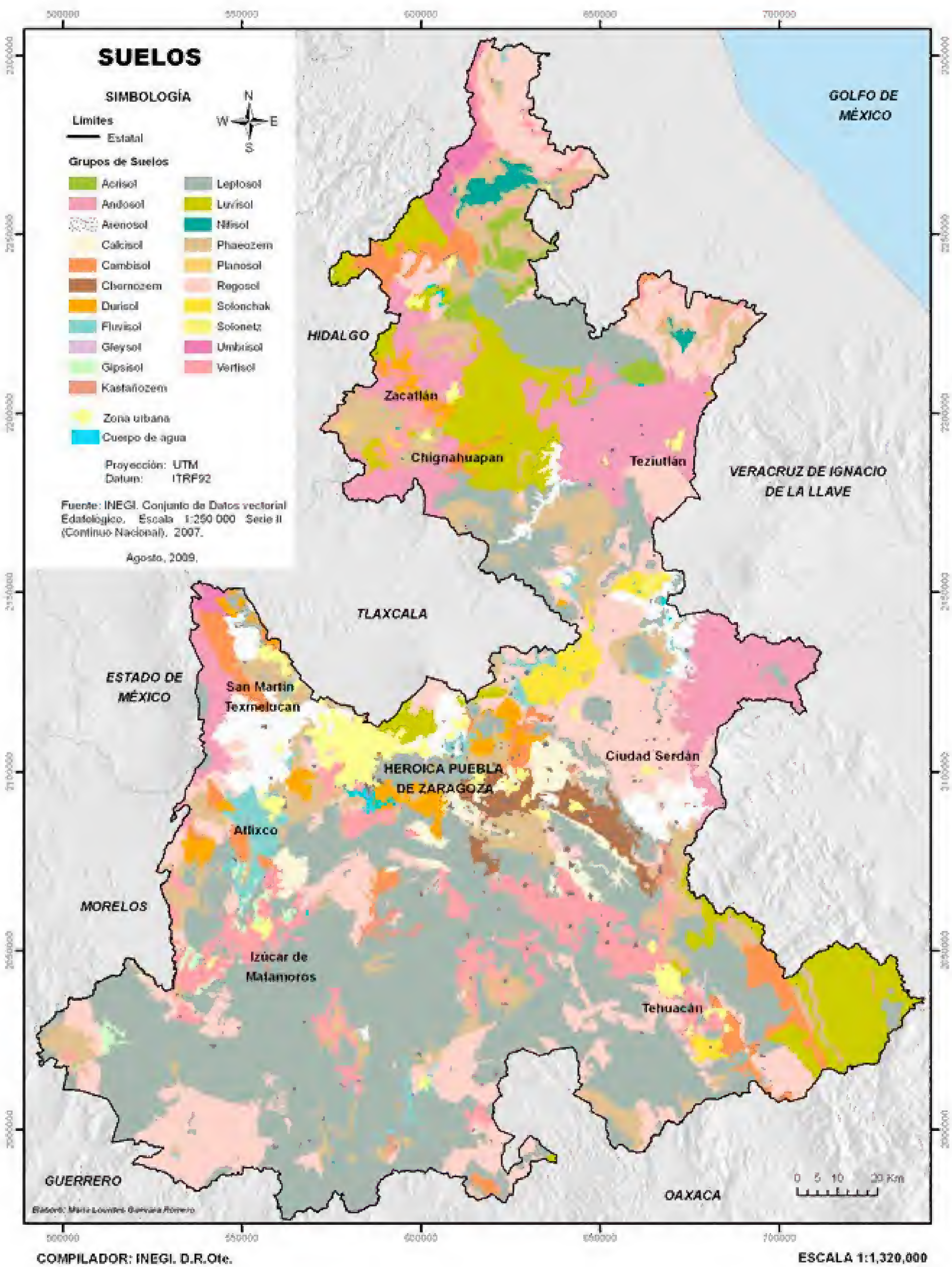



**Figura 1.6** Suelos: Unidades de suelo del estado de Puebla (INEGI 2009)

**Cuadro 1.2** Unidades de Suelo, clave y superficie (INEGI, 2006).

| Clave | Suelo principal | km² | % | hectáreas |
|---|---|---|---|---|
| LP | Leptosoles | 11 629 | 33,97 | 1 162 859.34 |
| RG | Regosoles | 5 410 | 15,80 | 540 954.17 |
| PH | Phaeozems | 3 602 | 10,52 | 360 244.19 |
| AN | Andosoles | 3 006 | 8,78 | 300 603.30 |
| LV | Luvisoles | 2 373 | 6,93 | 237 286.67 |
| VR | Vertisoles | 1 910 | 5,58 | 190 970.33 |
| AR | Arenosoles | 1 345 | 3,93 | 134 543.83 |
| CM | Cambisoles | 1 081 | 3,16 | 108 103.51 |
| FL | Fluvisoles | 543 | 1,59 | 54 302.34 |
| CL | Calcisoles | 520 | 1,52 | 52 038.02 |
| DU | Durisoles | 492 | 1,44 | 49 245.20 |
| ZU | Zona Urbana | 480 | 1,40 | 47 960.20 |
| CH | Chernozems | 441 | 1,29 | 44 086.86 |
| SC | Solonchaks | 354 | 1,03 | 35 394.80 |
| AC | Acrisoles | 277 | 0,81 | 27 728.52 |
| UM | Umbrisoles | 270 | 0,79 | 27 023.35 |
| NT | Nitisoles | 163 | 0,48 | 16 318.45 |
| GY | Gipsisoles | 125 | 0,37 | 12 478.95 |
| KS | Kastañozems | 118 | 0,34 | 11 811.66 |
| PL | Planosoles | 24 | 0,07 | 2 356.72 |
| SN | Solonetz | 20 | 0,06 | 1 969.53 |
| GL | Gleysoles | 5 | 0,01 | 523.77 |
| H2O | Cuerpo de Agua | 48 | 0,14 | 4 837.96 |
| | **SUMA** | **34 236** | **100,00** | **3 423 641.63** |

**Andosoles -** Suelos formados a partir de cenizas volcánicas que se distribuyen en extensas zonas donde ha habido una actividad volcánica reciente como lo es el Eje Neovolcánico, especialmente hacia los grandes volcanes que colindan la entidad, tales como el Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Citlaltépetl y La Malinche; también en algunas partes de la Sierra Madre del Sur que han sido cubiertas por cenizas volcánicas como en las cercanías de Cuetzalan del Progreso y Rafael J. García.

Desde el punto de vista químico, estos suelos presentan el problema de la retención o fijación de fósforo, lo que dificulta la absorción de este elemento por las plantas y en consecuencia problemas en su desarrollo (Valera 1993).

## CONCLUSIÓN

La descripción del medio físico aborda una serie de problemáticas asociadas con el relieve, topografía y

lo inaccesible que pueden ser algunos sitios del estado para acceder a un crecimiento económico, social y cultural homogéneo, esto aunado a las condiciones particulares de clima y suelo que promueven en algunos casos actividades importantes para el estado como la agricultura y la ganadería, las que en ciertas regiones se ven favorecidas y en algunas otras se encuentran limitadas; además, de acuerdo a las regiones hidrológicas se observa que la planeación y el diseño de obras de captación puede mejorar el nivel socio-económico de las poblaciones distribuidas a lo largo y ancho del estado.

**Figura 1.7** Regosoles en el municipio de Tlachichuca, Valle de Serdán, Puebla. (Foto: J. Adrián Saldaña M. 2007)

Estudio de caso 1.1

## Región socioeconómica II Teziutlán, Puebla

*Miguel Ángel Valera Pérez y José Adrián Saldaña Munive*

La región II Teziutlán, Puebla, fue definida por la CONABIO como Región Prioritaria para la Conservación (RTP-105), debido a la existencia de bosques mesófilos de montaña y de selva alta perennifolia (Arriaga *et al.* 2000). Se localiza entre las coordenadas 19° 46´23" y 20° 11´55" latitud norte y 97° 09´17" y 97° 38´36" longitud oeste, con una superficie aproximada de 5 937 km$^2$, y abarca los municipios de Acateno, Atempan, Ayotoxco de Guerrero, Chignautla, Cuetzalan del Progreso, Hueyapan, Hueytamalco, Huitzilan de Serdán, Jonotla, Nauzontla, Tenampulco, Tetela de Ocampo, Teteles de Ávila Castillo, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Tuzamapan de Galeana, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Yaonáhuac, Zacapoaxtla y Zoquiapan.

Los estudios edáficos realizados en esta zona son numerosos y han permitido conocer la dinámica y capacidad productiva de la región.

Los primeros estudios realizados en suelos de la Zona Baja del Plan de Zacapoaxtla, consistieron en determinar sus propiedades físicas y químicas y corroboraron la necesidad de darles un manejo diferente con el fin de mejorar su estructura y así maximizar su explotación (Lozano *et al.* 1983 y Hernández 1984). En un estudio posterior se probó la adaptación y respuesta a la fertilización química del maíz V-524 en la misma zona, encontrando buena adaptación de esta variedad (Calderón *et al.* 1984). Al mismo tiempo se evaluó la fertilidad de suelos volcánicos en praderas de la región de Teziutlán, encontrando que el principal limitante lo constituye la disponibilidad del fósforo, (Zárate 1986). En el mismo año se obtuvo información básica sobre suelos de la región, derivados de origen volcánico, dando inicio a su caracterización al realizar el inventario de suelos de Teziutlán, (Valera 1986a). Sucesivamente, al estudiar suelos del Municipio de Zoquiapan, se concluyó que la fracción que más contribuye a la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) es la orgánica, con un 61 % (Peregrina 1986). Dos años después se realizó el levantamiento fisiográfico de la zona de "Los Oyameles", en la región de Teziutlán, y se concluyó que el cambio de uso de suelo y la tala excesiva de los bosques generan una explotación irracional del recurso y con ello su

acelerada erosión y degradación (Valera *et al*. 1984; 1986b y 1987; Lara *et al*. 1989). De modo paralelo a estos estudios, se realizó la caracterización física de suelos de origen volcánico del municipio de Tlatlauquitepec y se demostró que presentan condiciones físicas adecuadas para su uso agropecuario o forestal, pero con un alto riesgo de erosión hídrica (Saucedo *et al*. 1989; Saucedo 1990). Asimismo, se elaboró un inventario de suelos de la zona Zacapoaxtla-Cuetzalan, destacando particularmente las relaciones entre Andosoles y Luvisoles (Tobón 1990). También se realizó la caracterización física y química de suelos con fines de clasificación y uso potencial de la zona de Zautla-Tenextatiloyan, en la región de Teziutlán, mostrando que menos del 50% de éstos presentaron un uso acorde con el potencial propuesto; también se pudo observar que la vegetación en la zona ha sido sumamente perturbada (Lara *et al*. 1992). Como resultado del proyecto "Evaluación del Recurso Suelo de la Región de Teziutlán" se estableció la relación entre la composición mineralógica de la fracción arcilla y las características fisicoquímicas más importantes de los Andosoles (Valera 1993; Valera *et al*. 1994; Valera y Aguilera 1995). También se realizó un estudio comparativo de la transformación de materia orgánica en sustancias húmicas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, que contribuyó al conocimiento del humus en agrosistemas cafetaleros, y de bosques autóctonos en la Sierra Norte del estado de Puebla (Ticante 2000). En el Municipio de Zoquiapan, para contribuir al conocimiento sobre manejo y productividad de praderas artificiales en una zona semicálida húmeda del estado, se seleccionó la asociación que por su rendimiento, calidad nutritiva y composición botánica se aclimatara mejor, presentando mejor respuesta y mayor eficiencia en la producción de materia: seca Ferrer (*Cynodon dactylon*) / Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Estrella (*Cynodon plectostachyus*) / Leucaena, con cualidades favorables como forraje (Saldaña 2001).

Del trabajo titulado "Los deslizamientos de Teziutlán" por Mitre-Salazar *et al*. 2002, el cual es una crónica geológica del desastre a la luz del proyecto Puebla-Panamá , se elaboró la cartografía de riesgo geológico por deslizamientos, instrumento básico para la prevención de futuros desastres y para la corrección de problemas ambientales. En el trabajo "Caracterización de elementos geológicos, socioeconómicos y factores detonantes que conducen al desarrollo de desastres en la subcuenca del Río Apulco, Sierra Norte de Puebla", se mostró que la interacción entre tres provincias geológicas y fisiográficas proporcionan condiciones favorables para originar deslizamientos, bajo la acción de precipitaciones extremas combinadas con elementos sociales como alta marginalidad, pobreza extrema y falta de ejecución de programas de desarrollo en la zona, así como falta de conocimiento del fenómeno por parte de las autoridades (Castillo-Román *et al*. 2002). En el mismo año, con el trabajo titulado "Inestabilidad de laderas", que se desarrolló en la comunidad de Zapotitlán de Méndez, en la Sierra Norte del estado de Puebla, se mostró que los sitios que presentaron deslizamientos de laderas e inundaciones ocurrieron por precipitaciones pluviales de los meses de septiembre y octubre de 1999 (Cuanalo y Melgarejo 2002).

También se realizó la evaluación de los recursos suelo y agua del municipio de Xochitlán de Vicente Suárez y se observó que se encuentran sometidos a diferentes factores de degradación ambiental, por lo que requieren un programa de manejo adecuado que conduzca a su uso sustentable (Tenorio 2003).

En el artículo "Procesos de remoción en masa y riesgos asociados en Zacapoaxtla, Puebla", se señala que el relieve montañoso favorece la ocurrencia de estos procesos; además se corroboró que las condiciones que se manifestaron en octubre de 1999 fueron intensas lluvias ocasionadas por la tormenta tropical número 11, afectando a Zacapoaxtla, junto a municipios como Teziutlán, Totomoxtla y Zapotitlán de Méndez (Borja y Alcántara 2004). Con el objetivo de relacionar propiedades químicas de suelos de carga variable con la degradación ambiental a la que han sido sometidos y mediante el uso de técnicas estadísticas de análisis multivariado, se demostró que los parámetros para evaluar la degradación del suelo fueron adecuados y se encontró que las diferencias con respecto al cambio de uso del suelo y degradación ambiental se presentaron entre los suelos agrícola

y forestal (Moreno *et al*. 2004). Al mismo tiempo, se estudiaron suelos de sistemas agroforestales para el cultivo del café, en el municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, encontrando que la diversidad del dosel influye en la producción y calidad del café. Los sistemas que conservan la estructura natural del bosque son el sistema de Jardín de Café y el Rusticano, con tasas bajas de descomposición de materia orgánica, a diferencia del sistema de cultivo de café sin sombra o a Cielo Abierto, con tasas de mineralización muy altas (Valera *et al*. 2004).

En el trabajo titulado: "Deforestación-erosión-inestabilidad de laderas: Un enfoque de modelación geomorfológico, desarrollado al sur del Municipio de Tlatlauquitepec en la Sierra Norte del estado de Puebla", se analizaron los procesos erosivos como resultado de la deforestación, explicando procesos de inestabilidad de laderas para esta área, como consecuencia de la deforestación y la erosión (Alcántara 2005).

En el trabajo "Usos y destinos de los suelos en la región de Cuetzalan, Puebla, México", se establece que los suelos corresponden a condiciones de montaña de carácter intertropical que favorecen el desarrollo de cultivos templados y tropicales, que contribuyen a la erosión del suelo (Alvarado *et al*. 2006).

## LITERATURA CITADA


Alcántara, G. D. A. 2005. Deforestación-erosión-inestabilidad de laderas: Un enfoque de modelación geomorfológica. Tesis de Doctorado en Geografía UNAM.

Alvarado, C. M., F. L. Romen Cardona, M. A. Martínez Ortega, J. A. Colmenero Robles. 2006. Usos y destinos de los suelos en la región de Cuetzalan, Puebla, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 59:43-58.

Anaya, G. M., 1990. La desertificación, sus causas y consecuencias: medidas preventivas y correctivas para su control, Terra, Vol. 8: 1, 102-112 pp.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, México.

Borja Baeza, R. C. y Alcántara Ayala I. 2004. Procesos de remoción en masa y riesgos asociados en Zacapoaxtla, Puebla. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611 53: 7-26.

Buol, W. S., Hole, D. F., McCracken, J. R., 1983. Génesis y Clasificación de Suelos, Edit. Trillas, México, 417 pp.

Calderón, E., Esperón, M. A. y Cruz, A. 1984. Respuesta a la fertilización química del maíz V524 en la zona baja del plan Zacapoaxtla, Puebla. Resúmenes del XVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. México. pp. 87.

Castillo-Román, J. Mayorga Rapozzo R., Nolasco Valencia J. V., Sarmiento M. A. 2002. Caracterización de los elementos geológicos, socio-económicos y factores detonantes que pueden llevar al desarrollo de desastres en la subcuenca del Río Apulco, Sierra Norte de Puebla. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A. C., Época II. 22(2):316.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Capital Natural y Bienestar Social: 104 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 1992. Sinopsis Geohidrológica del estado de Puebla. México, D.F. 2004. Estadísticas del agua en México. CNA, SEMARNAT, 141 p.

Cuanalo Campos, O. A. y Melgarejo Palafox G., 2002. Inestabilidad de laderas. Sierra Norte y Nororiental del estado de Puebla. Elementos 47, 2002, pp. 51 – 55.

Cuevas, M.L.; Garrido A., Cotler H., Pérez J.L. 2007. Regionalización de las Cuencas Hidrográficas de México escala 1:250 000 para su análisis integrado. Documento técnico inédito. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. 5 pp.

Demant, A. 1978. Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. UNAM, Inst. Geol. Rev. 5: 217-222.

Fuentes, A. 1972. Regiones Naturales del estado de Puebla, UNAM, México, 143 pp.

Flores-Márquez, E. G.J. Jímenez; R.E. Chávez, R.G. Martínez-Serrano and D. Silva Pérez. 2006. Study of geothermal water intrusion due to the groundwater exploitation in the Puebla Valley aquifer system, Mexico. Hidrogeology Journal, 14: 1216-1230.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 1ª. Edición, Offset Larios. México, D.F. 252 pp.

Gobierno del estado de Puebla. 1988. Los municipios de Puebla. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México.

Gobierno del estado de Puebla. 2005. Enciclopedia de los municipios de México, Puebla. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

Hadi, Abdul, Muhammad Haridi, Kazuyuki Inubushi, Erry Purnomo, Fadly Razie and Haruo Tsuruta. 2001. Effects of Land-Use Change in tropical peat soil on the microbial population and emission of greenhouse gases. Microbes and Environments. Vol.16, No.2, 79-86.

Hernández, T. 1984. Relaciones entre algunas propiedades físicoquímicas de los suelos de la comunidad de Amatlán, Municipio de Zoquiapan, Puebla. Tesis de Licenciatura. Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Puebla.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), 1987. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del estado de Puebla.

2000. Síntesis Geográfica del estado de Puebla. Libro electrónico, México.

2004: Sistema Fisiográfico DGGTENAL. Escrito de la Subdirección de Actualización de Recursos Naturales: "Las Provincias Fisiográficas de México y sus Subdivisiones".

2006. Continúo Nacional de Suelos. WRB2000.

2009. Carta Topográfica, Carta de Climas, Escala 1:1 000 000

2009. Carta de Hidrología Superficial, Escala 1:250 000

2009. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1.250 000 Serie II

Lara, J. D., Valera, M. A. y Alvarado, M. 1989. Levantamiento fisiográfico de la zona de Oyameles, Sierra Norte del estado de Puebla. Resúmenes del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. pp17.

Lara, J. D., Valera, M. A. y Alvarado, M. 1992. Uso potencial de los suelos de la región Zautla-Tenextatiloyan, noreste del estado de Puebla. Resúmenes del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. pp 378.

Lozano, B., M. A. Valera y S. D. Orecchia. 1983. Relación entre las propiedades hidrofísicas y la cantidad de nutrientes disponibles en los suelos de la zona baja del Plan de Zacapoaxtla. Resúmenes del XVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. p.43.

McKnight, T.L., Hess, D. 2000. Climate Zones and Types: The Köppen System. Physical Geography: A Landscape Appreciation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, pp 200.

Mitre-Salazar, L..M., Malpica-Sánchez, F.I. y Martínez-Reyes, J. 2002. Los Deslizamientos de Teziutlán, Crónica Geológica del desastre a la luz del Proyecto Puebla-Panamá. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, A.C., Época II, 22(2): 311-312.

Morán-Zenteno, J.D. 1984. Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional. Estadística Geografía e Informática, México, D.F., 88 pp.

Moreno, A. L., A. C. Morales J., G. Linares y M. A Valera P. 2004. Indicadores de degradación en suelos de carga variable de la cuenca del rió Atexcaco, región de Teziutlán, estado de Puebla. Memoria del III Congreso Internacional y IX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Universidad del Mar y Academia Nacional de Ciencias Ambientales.

Peregrina, M. P. 1986. Variación de las propiedades físicoquímicas de la fracción coloidal del suelo a diferentes tratamientos de extracción de la materia orgánica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Puebla, México.

Ramos, A. R., Máximo, R. P., Montiel, P. B. A., González, C.Y. 2008. Modelación de isolíneas meteorológicas y cálculo del gradiente térmico para la ciudad de Puebla (México) durante el periodo junio 2005-2006 con apoyo de imágenes satelitales. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 5 No. 1: 9-19.

Saldaña Munive, J.A. 2001. Evaluación, manejo y productividad de especies forrajeras en una zona potencialmente ganadera del norte del estado de Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.

Sánchez, S. 1980. Estudios edafológicos de suelos cafetaleros en la zona volcánica del municipio de Hueytamalco, estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Saucedo, S., J. D. Lara y M. A. Valera. 1989. Caracterización física de los suelos volcánicos de la región de Tlatlauquitepec, Sierra Norte del estado de Puebla. Memoria del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Montecillos, México. pp 28.

Saucedo, S. 1990. Caracterización física de suelos volcánicos de la región de Tlatlauquitepec, Sierra Norte del estado de Puebla. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Tamayo, Jorge L. 1996. Geografía moderna de México, México Trillas. Pp 117-149.

Tenorio, A. Ma. Guadalupe. 2003. Evaluación de los recursos suelo y agua en el Municipio de Xochitlán de Vicente Suárez. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Ticante Roldan, J.A. 2000. Investigaciones edafológicas sobre el estado de degradación de agrosistemas cafetaleros y otros agrosistemas en la Sierra Norte de Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.

Tobón, E. 1990. Clasificación de los suelos y colecta de un monolito de la zona de Zacapoaxtla-Cuetzalan Sierra Norte de Puebla. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Valera, M. A., Peregrina, M. P. y Cruz, A. 1984. Influencia de las diferentes fracciones orgánicas en la determinación de la C.I.C., en suelos de la zona baja del plan Zacapoaxtla, Puebla. Resúmenes del XVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. pp 26.

Valera, M. A., Peregrina, M. P., Hernández, M. T. y Cruz, A. 1986a. Variación de las propiedades químicas de la fracción coloidal del suelo a diferentes tratamientos de la extracción de la materia orgánica. Programa y resúmenes del XIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. p. 17.

Valera, M. A. Lara, J. D., Ticante, J. A. y Rojano J. E. 1986b. Avances del proyecto "Evaluación el recurso suelo en la región de Teziutlán, Puebla". Programa y resúmenes del XIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. pp 4.

Valera, M. A., Cruz, A., Peregrina, M. P. 1987. Contribución de diferentes fracciones de materia orgánica y coloides minerales a la CIC de horizontes A de Feozems. Resúmenes del X Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo.

Valera, M. A. 1993. Fisicoquímica y Mineralogía de Andosoles de la región de Teziutlán, estado de Puebla. Tesis de Maestría en Edafología, UNAM.

Valera, M. A., A. Cruz-Montalvo y N. Aguilera. 1994. Physical, chemical, and mineralogical characteristics of Mexico's Ustands and Udands. Memorias del "XV International Congress of Soil Science", Acapulco, Méx. 8(b):20-21.

Valera, M. A., y N. Aguilera. 1995. Fisicoquímica y mineralogía de Andisoles de la región de Teziutlán, estado de Puebla. Resúmenes in extenso del Simposio Universitario de Edafología, Facultad de Ciencias, UNAM. p. 63-64.

Valera, M. A., G. Linares, R. Vázquez y J. E. Velázquez. 2004. Diagnóstico de sistemas agroforestales con café y su relación con la degradación de los suelos. Memoria del III Congreso Internacional y IX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Universidad del Mar y Academia Nacional de Ciencias Ambientales.

Zárate, J. L. 1986. Evaluación de la fertilidad de los suelos de pradera de la región de Teziutlán, Puebla. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México. México.

Werner, G. (ed). 1978. Los suelos de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus alrededores. Fundación Alemana para la Investigación Científica, México (Complemento Comunicaciones Proyectos Puebla-Tlaxcala 6).

WRB, 2000. Base Referencial Mundial del recurso Suelo. Manual de Clasificación de Suelos.

CAPÍTULO

# 2

Iglesia de Nuestra Sra. de los Remedios, sobre la Pirámide de Cholula;. en el fondo se observa el Volcán Popocatépetl.
Foto: Oscar Villareal.

CAPÍTULO 2

# MEDIO SOCIOECONÓMICO

*Coordinadores de capítulo:*
*Ricardo Pérez Avilés y Salvador Romero Castañón*

## INTRODUCCIÓN

*Ricardo Pérez Avilés y Salvador Romero Castañón*

Para comprender el impacto de las actividades humanas sobre los sistemas naturales es necesario examinar la dinámica de la población y los factores sociales, políticos y económicos que han orientado su distribución y su acción sobre el territorio. Son aspectos elementales que se considerarán en este capítulo.

La población, la cultura, la política y la economía se relacionan con la biodiversidad porque son los elementos de mediación en la relación entre la sociedad y la naturaleza. Medio ambiente y desarrollo están ligados (PNUMA 2002). Cada uno de estos aspectos adquiere rasgos distintivos según los espacios físicos y sociales, así como por la historia de su sociedad. Las formas que han adoptado en el caso poblano se describen brevemente en este trabajo.

Puebla es una de las entidades federativas fundadoras de la Primera República Federal Mexicana, su historia es larga y trascendente en la dinámica nacional, en la de la región central de México y en la de su propio desarrollo. Pero su situación no ha escapado de la marcha del país y es un claro ejemplo de lo que acontece a nivel nacional.

Puebla, asentada en un espacio biodiverso del centro del país, se ubica en el séptimo lugar nacional en este renglón (Ayala R. 2001); por eso también su diversidad cultural es significativa. Esta riqueza biológica y social lamentablemente se ha ido destruyendo en cuanto a su diversidad. En la entidad poblana el 30.8 % de su superficie se ha clasificado como de conservación con uso restringido y el 43 % se propone como superficie en restauración, por haberse usado de manera intensa en actividades agrícolas y pecuarias (SEMARNAP 2000). Casi tres cuartas partes del territorio poblano presentan severos problemas para su aprovechamiento; en ello han tenido que ver las políticas públicas, la organización administrativa, el aumento de la población y sus características, un modelo de desarrollo económico sin planeación que ha descansado en una industrialización no sustentable, la utilización de tecnologías duras con un alto consumo de energía, una agricultura y ganadería poco racional, y el modelo de consumo predominante. Todo ello hace que hoy se reconozca la presencia de graves problemas ambientales que inciden en el funcionamiento del ecosistema local y global (Garrido s/f).

El deterioro de los ecosistemas de larga historia en Puebla, se hace visible recientemente, en especial a partir de la urbanización que acompaña a la industrialización, que en el país y en el caso poblano en particular, es contundente a partir de 1960, década en la que el impacto de la actividad humana sobre el medio natural se comienza a tornar grave para el bienestar de los poblanos y para el funcionamiento de sus ecosistemas.

## SOCIEDAD Y POLÍTICA

*Ma. Agostina Costa Genozza, Marycarmen García Escalona, Ricardo Pérez Avilés, Salvador Romero Castañón, Margarita Romero Centeno y José Silvestre Toxtle Tlamani*

La sociedad y su organización política son factores de presión para la biodiversidad; en el caso de México y particularmente de estados como Puebla, destaca la excesiva división política del territorio en 217 municipios que se ha convertido en un impedimento para la instrumentación de políticas públicas integrales para el manejo de ecosistemas.

El análisis de este eje es de suma importancia, pues las respuestas institucionales para solucionar la problemática ambiental deberán surgir de la efectiva comprensión de las relaciones político sociales con el medio ambiente.

## Organización política y gobierno

El estado de Puebla fue creado con la promulgación de la Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos de 1824, como uno de los 19 estados de la Primera República Federal Mexicana (Constitución Federal 1824). Como todos los estados que actualmente conforman los Estados Unidos Mexicanos, es un estado libre y soberano, porque tiene capacidad de formular sus propias leyes y elegir a sus gobernantes. Al mismo tiempo tiene representación en el Congreso de la Unión (Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla 2009).

El ejercicio del poder político en el estado está dividido en tres entidades: el poder ejecutivo, el legislativo y el judicial. Cada uno tiene competencias propias y son autónomos entre sí (Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla 2009).

El Poder Ejecutivo es ocupado por el Gobernador del estado . Se elige por medio de sufragio universal de todos los ciudadanos mexicanos que residan en el territorio de la entidad y estén registrados en el Padrón Federal Electoral; su mandato dura seis años, a partir del 1° de febrero del año siguiente a aquél en que se verifica la elección. De acuerdo con la legislación federal no existe la reelección.

El Poder Legislativo es encarnado por el Congreso del estado de Puebla que tiene la facultad de promulgar las leyes específicas con vigencia en el estado, reformar las existentes o derogar las que se consideren obsoletas. El congreso poblano está conformado por 41 diputados que se eligen para ejercer el cargo por tres años. De estos diputados, 26 son electos por voto directo en los distritos electorales locales en que se divide la entidad y los restantes son nombrados por representación proporcional (Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla 2009).

El ejercicio del Poder Judicial está depositado en el Tribunal Superior de Justicia del Estado de Puebla (TSJEP), en la Junta de Administración de Justicia del Estado de Puebla, en los juzgados Civiles, Familiares, Penales, Especializados en Adolescentes, Municipales, de Paz, Supernumerarios e Indígenas. Entre las atribuciones de estas instituciones encargadas de la administración de la justicia se encuentra la de decidir en controversias penales, civiles y familiares dentro del ámbito de la competencia señalados por las leyes poblanas y federales. El TSEJP es un órgano colegiado compuesto por magistrados que sólo pueden ser removidos por el Congreso del Estado. Con el propósito de descentralizar la administración de justicia en la entidad, el territorio poblano se organiza en 22 distritos judiciales. Además, se ha dispuesto la creación de seis juzgados indígenas en las zonas con mayor concentración de población indígena en el territorio (Ley Orgánica del Poder Judicial 2002).

Estos poderes son los que están encargados de generar los mecanismos, leyes y normas para planear y dirigir la actividad de los poblanos en relación con el medio ambiente y vigilar su cumplimiento y aplicación. De sus políticas, planes y programas depende la conservación de la biodiversidad en Puebla, aspecto que habrán de mejorar ante el deterioro y agotamiento de esta riqueza natural.

## Geografía de Puebla y división territorial

El estado de Puebla se localiza en la región central de México, al oriente de la capital de la república. Su territorio está lleno de contrastes, aunque las cañadas y las serranías son una constante en la mayor parte de él.

Puebla ocupa la posición 21 entre las 32 entidades federativas por su superficie de 34 290 km$^2$, lo que significa que sólo posee el 1.8 % de la superficie del país (INEGI s/f (1)). Limita al norte con Hidalgo; al este, con Veracruz; al sur, con Oaxaca y Guerrero y al poniente con los estados de Morelos, México, Tlaxcala e Hidalgo. La mayor parte del territorio poblano se encuentra en el Eje Neovolcánico (INEGI s/f (1)).

Puebla está subdividido en 217 municipios; entre las entidades federativas mexicanas ocupa el segundo lugar por el número de estas subdivisiones territoriales (Gobierno del Estado de Puebla,

s/f), lo que implica una compleja administración del territorio. Cada municipio es gobernado por un ayuntamiento, conformado por el presidente municipal y el cabildo del municipio. Los presidentes municipales son elegidos cada tres años por los ciudadanos residentes en el municipio y registrados en el padrón electoral. El cabildo de cada municipio es integrado por un número determinado de regidores y síndicos, elegidos también para un período de tres años de un conjunto de listas de candidatos registradas por los partidos políticos ante el Instituto Electoral del Estado (Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla 2009).

## Población

A la población se le ha ubicado como factor de presión en la biodiversidad, sin embargo también en ella está la solución de su preservación y conservación, tanto en la población urbana que por medio de programas de educación ambiental permanentes pueden cambiar sus hábitos de consumo y su relación con la naturaleza, como en la población indígena y campesina, que en el caso poblano aún conserva una estrecha relación entre población hablante de lenguas indígenas y biodiversidad conservada (Boege Schmidt 2006).

La principal presión ambiental que representa la población obedece a la forma de urbanización y a su sistema de transporte individualizado; para el 2005 se tiene registrado un parque vehicular de 865 989 unidades en el estado de Puebla y para la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 486 785 vehículos, de los cuales el 88 por ciento corresponden a unidades registradas en el municipio de Puebla y el 12 por ciento restante a los Municipios de esta zona: Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (SEMARNAT s/f).

### Población, sexo y tasa de crecimiento

Puebla representa la quinta entidad más poblada del país; contaba en 2005 con 5 383 133 habitantes (INEGI 2005 b), cifra que representó el 5.2 % del total nacional. De esta población, 2 804 469 fueron mujeres y 2 578 664 hombres, es decir el 52.09 % y el 47.91 % respectivamente: por cada 100 de ellas había 92 hombres. Esta relación denota una menor proporción de hombres que la mostrada a nivel nacional, debido seguramente a un patrón de emigración masculina más elevado que el promedio general en el país.

El ritmo de crecimiento poblacional observado entre los años 2000 y 2005 (INEGI 2008a) alcanza una tasa de 1 %, es decir, la población de la entidad creció a un ritmo de una persona por cada 100 durante cada uno de los cinco años del periodo. La tasa de crecimiento disminuyó notablemente desde la década de los noventa, pues si se compara con el quinquenio comprendido entre 1990 y 1995, que presentó un valor de 2.0 %, se observa un descenso considerable debido principalmente a que en la entidad comenzó a emigrar más población de la que recibía. En resumen, siguiendo la tendencia nacional, la tasa de crecimiento promedio anual de la población del estado ha descendido, de 2.1 % en el periodo 1990-2000, al 1.0 % para el periodo 2000-2005 (Cuadro 2.1).

### Población y edad

La población del estado es muy joven, ya que para el año 2005 el 33.2 % de los habitantes (1 789 987), tenía catorce años o menos; entre los 15 a los 64 años se encontraba el 58.9 % de la población, es decir 3 171 736 de habitantes y las personas de 65 años o más, que eran 306 994 habitantes, sólo representaban el 5.7 %. Así que las edades más productivas económicamente alcanzaron tres puntos porcentuales menos que el promedio observado en el país, que fue del 63.2 % (INEGI 2005 b).

En el grupo de los 15 a los 64 años, los hombres con relación a las mujeres mostraba desventaja numérica, al representar el 27.4 % y el 31.4 % respectivamente del total de la población.

La población de 15 a 64 años, en edad productiva, es menor en las regiones de mayor migración, como es el caso de los municipios donde el crecimiento es reducido porque la migración de la población es mayor que la llegada de nuevos habitantes y por una baja en la natalidad. En esta situación se encuentra la mayor parte de los municipios de la entidad, pero principalmente los ubicados en la región de la Mixteca, al sur del estado (Figura 2.1). En conjunto, en estos

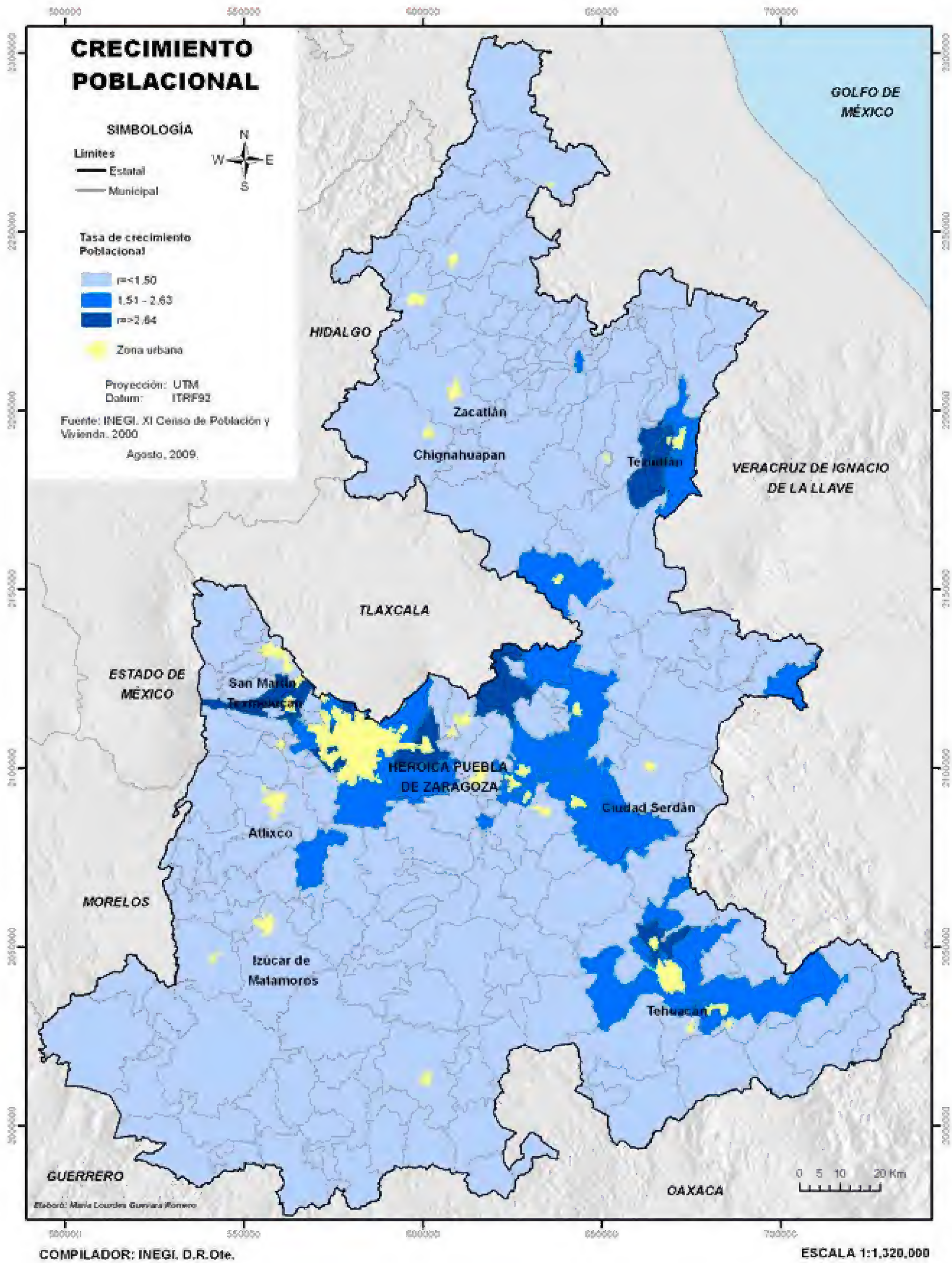



**Figura 2.1** Tasa de crecimiento poblacional por municipio, Puebla 2000-2005
Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000, y II Conteo de Población y Vivienda, 2005. Elaborado por INEGI, Puebla

**Cuadro 2.1** Población total del estado de Puebla y tasa de crecimiento media anual (1970-2005).

| Año | Población | Periodo | Tasa de crecimiento (%) |
|---|---|---|---|
| 1970 | 2 508 226 | - | - |
| 1980 | 3 347 685 | 1970 - 1980 | 2.9 |
| 1990 | 4 126 102 | 1980 - 1990 | 2.1 |
| 1995 | 4 624 365 | 1990 - 1995 | 2.0 |
| 2000 | 5 076 686 | 1990 - 2000 | 2.1 |
| 2005 | 5 383 133 | 2000 - 2005 | 1.0 |

*Fuente: INEGI. Censos de población y vivienda, varios años; para el año 2005. II Conteo de población y vivienda 2005.*

municipios que decrecen o que a lo sumo alcanzan un crecimiento de 1.5 %, la población entre 15 y 64 años representa el 57 %; el porcentaje del resto de grupos de la población se establece así: 36.2 % de niños y adolescentes y un 6.7 % de ancianos.

## Localidades, municipios y población

El total de localidades en donde se asienta la población de la entidad es de 6 348 (INEGI 2005 b), distribuyéndose bajo un patrón de concentración-dispersión poblacional, es decir, un número reducido de grandes ciudades con una alta densidad de población y un gran número de pequeñas localidades con bajas densidades de población, distribuidas a lo largo de todo el espacio poblano. Este patrón de concentración-dispersión trae consigo intensidades distintas de densidad poblacional, (definida como el número de habitantes por km$^2$).

Los municipios de las regiones más urbanizadas tienen hasta más de 2 000 habitantes por km$^2$, como son el caso del municipio de Puebla con 2 834 hab/km$^2$ o el de San Pedro Cholula con 2 223 hab/km$^2$. En cambio existen municipios cuya población está más dispersa y sus asentamientos no rebasan los 1 300 habitantes, presentando densidades poblacionales de menos de 10 habitantes por km$^2$. Como ejemplo están los casos de Axutla, Cohetzala, Xicotlán y Chila de la Sal, ubicados en la región Mixteca al suroeste del estado.

Las localidades no se distribuyen uniformemente: el 7 % de los municipios concentra el 26 % de las localidades, es decir que tan sólo 16 municipios (entre ellos Chignahuapan, Cuetzalan, Atlixco, Izucar, Ixtacamaxtitlán) concentran 1 698 localidades.

En el 2005 cinco municipios aglutinaban el 39.1 % de los habitantes: más de un tercio de la población en torno a las ciudades de Puebla, Tehuacán y San Martín Texmelucan (Cuadro 2.2). La región de Tehuacán era la de crecimiento más acelerado con una tasa de 2.2 % para el conjunto de municipios ubicados en esta zona, aunque la más poblada era y es la ciudad de Puebla y los 12 municipios conurbados (Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Puebla, San Andrés Cholula, San Martín Texmelucan, San Miguel Xoxtla, San Pedro Cholula y Tlaltenango) (SEDESOL 2003).

En el espacio no comprendido en estas tres regiones, el 31.6 % de la población restante se distribuye en ciudades de tamaño medio entre 15 000 y 99 999 habitantes y el 29.40 % de la población en pequeñas localidades de menos de 2 500 habitantes, dispersas a lo largo y ancho de la entidad. Sin embargo la población que vive en estas localidades muy pequeñas ha empezado a disminuir en términos absolutos a un ritmo de -0.31, es decir, por cada 1 000 habitantes se redujeron tres cada año en el quinquenio 2000-2005 (INEGI 2001 a, INEGI 2005 b).

De esta manera, para el 2005, de los 5 383 133 poblanos, el 29.40 % estaba en zonas rurales y el 70.60% se concentraba en las zonas urbanas del estado (INEGI 2005 b).

**Cuadro 2.2** Municipios con mayor concentración de población en el estado de Puebla (2000 y 2005).

| Municipio | Año | |
|---|---|---|
| | 2000 Porcentaje | 2005 Porcentaje |
| Estado de Puebla | 100.0 | 100.0 |
| Puebla | 26.0 | 27.6 |
| Tehuacán | 4.5 | 4.8 |
| San Martín Texmelucan | 2.4 | 2.4 |
| Atlixco | 2.3 | 2.3 |
| San Pedro Cholula | 2.0 | 2.0 |
| Resto de Municipios | 62.8 | 60.9 |

*Fuente: INEGI. Censos de población y vivienda, varios años; para el año 2005. II Conteo de población y vivienda 2005.*

## Población y vivienda

Junto al crecimiento de la población y concentración de los habitantes en torno a áreas urbanas, se observa el mismo patrón para las viviendas. Para el año 2000, el total de viviendas en Puebla fue de 1 065 882 y para el año 2005 ascendió a 1 179 283 de viviendas particulares, lo cual representaba un crecimiento absoluto de 93 401 viviendas, es decir, creció en un 9.03 % en sólo cinco años (INEGI 2001 a, INEGI 2005 b).

Para el año 2000, el municipio de Puebla albergaba 315 891 viviendas, el 26.63 % en un solo municipio; sumando nueve municipios más, en especial siete de la zona conurbada (San Andrés Cholula, San Pedro Cholula, Atlixco, Amozoc, Tepeaca, Tecamachalco y San Martín Texmelucan), así como los de Tehuacán y Teziutlán, concentraban 499 697 viviendas (46.88 %).

En el 2005, el municipio de Puebla ya alojaba 369 954 viviendas (30.62 %), lo que demuestra un incremento en la concentración en un municipio; sumando los nueve municipios indicados en el párrafo anterior, se concentran 603 335 viviendas, esto es el 49.94 %.

El incremento en la concentración de la vivienda y en consecuencia de la población es evidente, ya que casi la mitad de las viviendas se concentraron en 10 municipios.

## Características Educativas y de Salud

La población de la entidad alcanza un grado promedio de escolaridad de 7.4 (INEGI 2005 b), es decir, la mayor parte de los poblanos termina la primaria y cursa un año de secundaria. Este promedio se ubica por debajo del nacional, que es de 8.1 años de escolaridad. El municipio de Puebla y su zona conurbada presentan los promedios de escolaridad más altos de la entidad, por arriba del nivel nacional, con nueve y 10 años de escolaridad; en contraste, en la Sierra Negra, como es el caso del municipio de Zoquitlán y al sur de la capital, en el municipio de Teopantlán, el promedio es menor a cuatro años de estudio de educación primaria.

En el año 2005, las personas de seis años o más que saben leer y escribir al menos un recado, suman 3 971 810 y representaban el 87.2 % (INEGI 2005 b); esto ubica a la entidad como una de las de más alto índice de analfabetismo, ya que casi 13 de cada 100 personas en ese rango de edad no saben leer ni escribir, es decir, 589 560 habitantes. Los municipios que albergan poblaciones indígenas son los más desfavorecidos en este aspecto y los índices de analfabetismo alcanzan más del 40 %.

Con relación a la salud, en la entidad se observó en el 2005 y hasta el 2008, una tasa bruta de mortalidad de 4.82 %, lo cual significa que anualmente fallecen 4.82 personas por cada mil habitantes, cifra

similar al promedio nacional. No sucede así con la mortalidad de infantes, pues esta tasa asciende al 17.7 %, superior en 2.5 % al observado a nivel nacional. No obstante, la esperanza de vida al nacer es similar al promedio del país: 77.7 años para las mujeres y 72.7 para los hombres (CONAPO s/f).

Las principales causas de deceso se derivan de enfermedades del sistema circulatorio, después las relacionadas con enfermedades endócrinas, de nutrición y metabólicas; en tercer lugar la causa de los fallecimientos son los tumores (INEGI 2007a). Sin embargo, el principal motivo de egreso hospitalario, es decir la morbilidad (INEGI 2007b), son los traumatismos y envenenamientos tanto en hombres como en mujeres; en segundo término son las enfermedades del sistema circulatorio y urinario. Es importante aclarar que en el caso de las mujeres se omite la hospitalización debida a partos, que es la de mayor peso, ya que no se consideran una enfermedad.

## Población indígena

De los habitantes de la entidad poblana en el año 2005, el 10.1 % de la población de la entidad, es decir 548 723 personas de cinco años o más se declararon como hablantes de alguna lengua indígena (INEGI 2005 b). En el estado existen seis etnias representativas: Náhuatls, el 72.3 % del total de hablantes de lengua indígena (397 207 personas); Totonacas, el 17.6 % (97 064); Popolocas, el 2.6 % (14 688); el 2.3 %, Mazatecos (13 033), el 1.3 % Otomíes (7523) y Mixtecos, el 1.2 % (6 694); (Figura 2.2). Hay otra etnia que se indica en la Constitución del Estado (2009): la comunidad Tepehua o Hamaispini, que en este capítulo no se ha incluido por ser una etnia reducida, de tan sólo 262 hablantes, lo que indica un riesgo grave de desaparición en Puebla, aunque no en otras entidades.

Los asentamientos indígenas se ubican sobre todo en la Sierra Norte, en la Sierra Negra y al sur de Tehuacán. Pero los municipios con mayor número absoluto de hablantes de lenguas indígenas son Puebla y Tehuacán.

El monolingüismo está presente en uno de cada diez hablantes, es decir, 51 856 personas que representan el 9.4 % no hablan español, característica presente en muchos de los municipios que albergan población indígena, pero que se observa en mayor medida en los municipios de la Sierra Negra. Con excepción del municipio de Puebla, resulta importante mencionar que las zonas indígenas coinciden con las zonas en donde más se ha conservado la biodiversidad, lo que indica un manejo diferente de los ecosistemas por estos grupos (Boege Schmidt 2006) y la posibilidad de encontrar respuestas ante el deterioro y la destrucción de éstos por procesos productivos vinculados a demandas nacionales e internacionales, el saqueo directo y la urbanización e industrialización.

## Migración y remesas en la entidad

La población del estado de Puebla que emigra hacia Estados Unidos es casi el 1.5 % del total. De este porcentaje, 77 % son hombres y sólo 23 % mujeres. Es decir que en el año 2000 un total de 69 775 poblanos migraron a los Estados Unidos (Cuadro 2.3), lo que puede significar un grave problema por la desintegración familiar que implica la emigración de sólo una parte de los miembros (generalmente los hombres); cabe destacar como contraste una importante entrada de remesas al estado.

En el año 2004 las remesas enviadas por los connacionales residentes en los Estados Unidos ascendieron a 16 730 millones de dólares (Banco de México 2004), por lo que en ese año, 1.4 millones de hogares en México recibieron remesas del exterior, de un total estimado de 25.5 millones de hogares en el país.(CONAPO 2008). El 70.7 % de la población receptora de remesas tiene entre 20 y 59 años. El 82.1% de los migrantes mexicanos percibe menos de 29 999 dólares anuales y el 18.0 %, más de 30 mil dólares al año (Cámara de Diputados 2004).

Catorce estados captan el 80 % de las remesas enviadas desde Estados Unidos: Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Puebla, Distrito Federal, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Hidalgo, Chiapas, Zacatecas, Morelos y San Luis Potosí.

El estado de Puebla se encuentra en la sexta posición en la recepción de remesas; estos envíos representan anualmente una importante entrada de ingresos (cerca de 956 millones de dólares), mismos que son utilizados por las familias poblanas en rubros como educación, salud y vivienda.

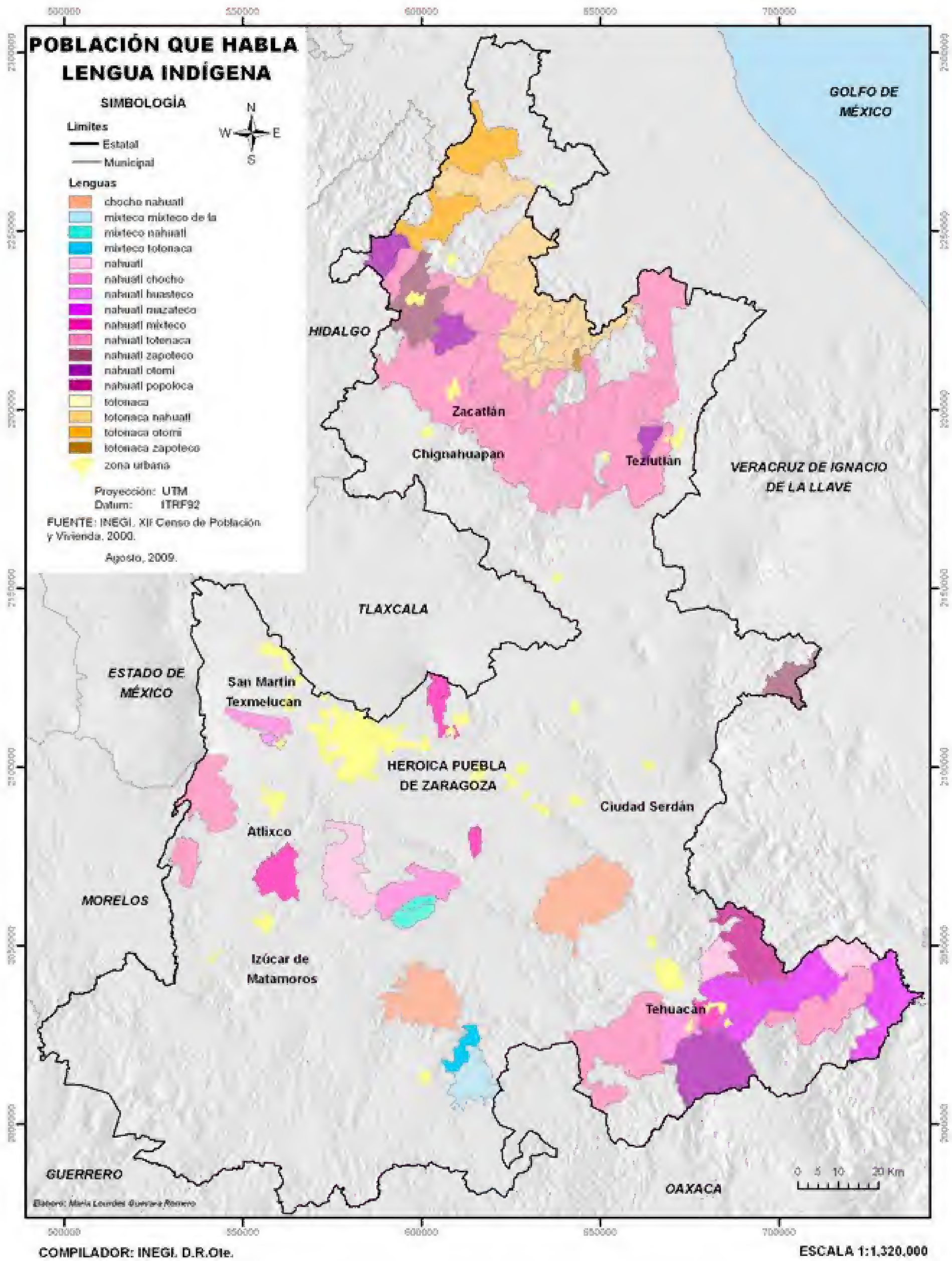



**Figura 2.2** Municipios de Puebla con población indígena mayor al 10%

**Cuadro 2.3** Población nacional y poblana emigrante a Estados Unidos de América 2000.

| Indicadores | Nacional | Puebla |
|---|---|---|
| Población total | 97 483 412 | 5 076 686 |
| Emigrantes | 1 569 157 | 69 775 |
| % Migrantes | 1.61 | 1.37 |
| **Composición de la población migrante** | | |
| Hombres | 1 181 755 | 53 453 |
| % Hombres | 75 | 77 |
| Mujeres | 387 402 | 16 322 |
| % Mujeres | 25 | 23 |

*Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Base de datos de la muestra censal.*

## Marginación de la población

El desarrollo de las regiones más urbanizadas, como es el caso de la ciudad de Puebla y su zona conurbada, no compensan la situación de marginación que padecen la mayor parte de los municipios de la entidad. En 2005 el estado de Puebla quedó clasificado como de marginación alta (CONAPO 2006), al ocupar el séptimo lugar, en una escala de mayor a menor grado de marginación, conforme a un ordenamiento de cinco estratos de marginación: muy alta, alta, media, baja y muy baja .

El 69 % de los municipios (150) presentaron un grado alto o muy alto de marginación. Se incluyen aquéllos en donde se asienta la mayor parte de la población hablante de alguna lengua indígena. (Figura 2.3, Cuadro 2.4). Únicamente cuatro municipios de la entidad: San Martín Texmelucan, San Miguel Xoxtla, Cuautlancingo y Puebla, registraron un grado de marginación muy bajo; 13 municipios más se ubicaron como de marginación baja, entre ellos Tehuacán y Teziutlán; en cambio, 50 municipios tuvieron un índice de marginación medio.

Al comparar los datos del 2005 con los del año 2000, se observa una reducción en los índices de marginación, porque en el 2009 disminuyeron los municipios con marginación muy alta y se mejoró en los de marginación alta y media. No obstante , Puebla se conservó en el séptimo sitio de marginación en el país (CONAPO 2006).

En términos de carencias, Puebla es la sexta entidad más empobrecida del país. Es preocupante que el 58.9 % de la población no tenga recursos para comprar alimentos ni para satisfacer necesidades básicas de salud, vivienda, vestido y transporte. Esto significa que 3 174 000 de poblanos están en situación de extrema pobreza. A manera de ejemplo cabe indicar que en Puebla está el cuarto municipio con mayor pobreza alimentaria de todo el país: Chichiquila, ubicado en el Valle de Ciudad Serdán y Santa Catarina Tlaltempan.

El informe del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social en México (CONEVAL 2007), indica que Puebla tiene 1 436 555 habitantes en pobreza alimentaria, 1 899 948 habitantes con pobreza de capacidades y 1 174 228 habitantes con pobreza de patrimonio; el 26.68 %, el 35.29 % y el 21.81 % de la población respectivamente.

## Índice de Desarrollo Humano en Puebla

El indicador que sintetiza parte de la información antes expuesta es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), que se construye con datos de alfabetización, matrícula escolar, esperanza de vida y el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita. El índice toma valores entre 0 y 1, de tal forma que a mayor desarrollo humano el índice tomará valores cercanos a uno y, por ende, entre más cercano esté su valor a cero el índice representará un menor desarrollo humano en la región de estudio.

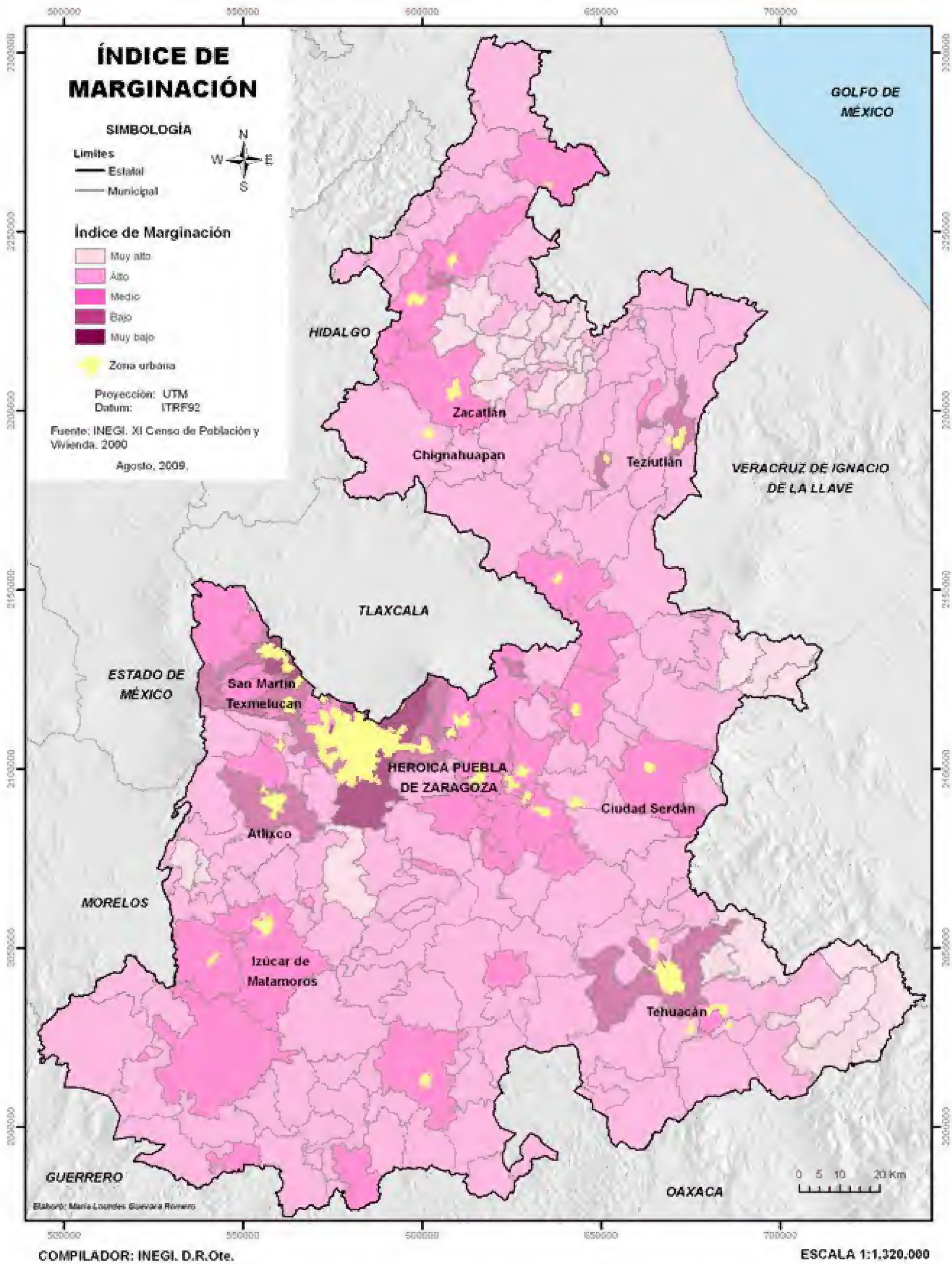



**Figura 2.3** Mapa del Índice de marginación por municipio del estado de Puebla 2005

**Cuadro 2.4** Número de municipios categorizados de acuerdo al nivel de marginación registrado en 2000 y 2005 en Puebla.

| Nivel de marginación | 2000 | 2005 |
|---|---|---|
| Muy alto | 35 (16 %) | 29 (13 %) |
| Alto | 118 (54 %) | 121 (56 %) |
| Medio | 46 (22 %) | 50 (23 %) |
| Bajo | 14 (6 %) | 13 (6 %) |
| Muy Bajo | 4 (2 %) | 4 (2 %) |

*Fuente: CONAPO. Índices de Marginación 2000 y 2005 por entidad.*

Desde el año 2000 hasta el 2003 la entidad se ubicó en el lugar 25 en una clasificación nacional de mayor a menor desarrollo humano, con un índice igual a 0.7632 en el último año del período mencionado. Para el 2004 ocupó el lugar 26 entre todas las entidades del país con un IDH mayor de 0.7674, lo que indica que otras entidades aumentaron su desarrollo humano en mayor medida (ONU 2007).

No obstante este retroceso de la entidad en relación con otros estados del país, se han observado importantes avances en el nivel municipal: para el año 2000 el municipio de Puebla se encontraba en el lugar 70 al considerar los 2 438 municipios del país (INAFED 2005), San Andrés Cholula en el lugar 481, San Pedro Cholula en el 262, Tehuacán en la posición 582 y Teziutlán en la 508. Cinco años después el municipio de Puebla con un IDH igual a 0.8897 asciende al lugar 32; San Andrés y San Pedro Cholula a los lugares 110 y 144, con IDH = 0.8613 y 0.8534, respectivamente; mientras tanto Tehuacán y Teziutlán logran ubicarse en las posiciones 335 y 469 respectivamente, al presentar un IDH de 0.8246 y 0.8115 en el orden expuesto. Es importante mencionar que en la clasificación nacional por municipio, el IDH alcanza un valor máximo de 0.9509 en la delegación Benito Juárez del DF y un valor mínimo de 0.4354 en el municipio de Cochoapa el Grande del estado de Guerrero. Los municipios poblanos de Eloxochitlán en la Sierra Negra y de Tepetzintla en la Sierra Norte con IDH de 0.6022 y 0.5972 son los de menor desarrollo humano en la entidad.

## ECONOMÍA

*Marycarmen García Escalona, Jorge Hernández Hernández, J. Santos Hernández Zepeda, Félix Jiménez Bautista, Ricardo Pérez Avilés, Salvador Romero Castañón, Freiry Rosas Rosas y José Silvestre Toxtle Tlamani.*

Al igual que en el resto del país, en Puebla existe un desarrollo desigual que se hace evidente por una concentración de recursos en una pequeña parte del territorio estatal y una heterogeneidad de su estructura productiva en el resto de la entidad. El nivel de desarrollo de sus fuerzas productivas y la desigual distribución de la población y sus actividades económicas ocasionan también grandes disparidades respecto del bienestar económico por la elevada concentración de la riqueza y la inequitativa distribución del ingreso, manteniéndose una situación social donde la pobreza y sus situaciones extremas se generalizan para formar la dura realidad poblana (Ornelas 2004).

La economía poblana sigue el movimiento cíclico de la economía nacional. Así, en 1995, la crisis más profunda de la historia moderna del país se expresó de una manera dramática en esta entidad, que registró una caída de -8.2 puntos porcentuales. Sin embargo, el auge de la industria maquiladora explica el crecimiento observado durante la segunda mitad de los años noventa. La caída al comienzo de la década siguiente fue producto de la baja en la demanda de las importaciones por parte de EUA, por lo que culmina el periodo con una tasa de crecimiento del

Producto Interno Bruto (PIB) de 0.5 % (INEGI 2005 a). No obstante, en 2007 Puebla fue la octava economía estatal al nivel nacional, al aportar 389 mil 813 millones de pesos a precios corrientes básicos: el 3.35 % del total nacional (INEGI 2009 d).

Actualmente Puebla también experimenta la crisis que de manera generalizada enfrenta el país y el mundo en general: quiebre de empresas y desempleo son los principales síntomas de un problema que aún está por documentarse y analizarse.

## Aportaciones al PIB estatal por sector de la economía

Desde hace tres lustros la sectorización económica de la entidad ha variado poco: alrededor de dos tercios del PIB estatal (INEGI 2005 a), en valores corrientes, corresponden al sector terciario, comercio y servicios, con una tendencia ligeramente ascendente pues en 1993 representaba 63.6 %, en tanto que en 2006 asciende a 65.6 %, teniendo su máxima representación entre los años 2002 y 2004. En este mismo periodo el sector secundario, la industria, aportó al PIB entre 28 y 34 %, alcanzando su máximo valor a fines de la década de los noventa del siglo pasado. En cuanto a las actividades primarias, agricultura y ganadería son las únicas que han modificado en forma importante su aportación al PIB estatal al reducir su valor a la mitad: en 1993 el valor en pesos corrientes (que expresan el valor adquisitivo de pesos de cada año) del sector primario representó el 8.1 % del PIB y en 2006 bajó a 3.9 %, siendo constante su descenso (INEGI 2002, INEGI 2006, INEGI 2008 b).

Los establecimientos grandes, aquéllos en donde laboran más de 50 personas o que sus ingresos son superiores a 1 600 000 pesos, aportan alrededor del 80 % del valor agregado censal bruto y se concentraron en forma especial en las tres regiones más urbanizadas de la entidad (Puebla, Tehuacán y Teziutlán). En tanto que la proporción de la población que habita en estas tres zonas ascendió a 46.2 %, son tres cuartas partes de los establecimientos de este tipo los que se ubican en los parques industriales y en las zonas comerciales aledañas a Puebla, Tehuacán y Teziutlán, convirtiendo a estas regiones en las más atractivas del estado, tanto económica como culturalmente, pues concentran la mayor parte de los servicios necesarios para el desarrollo de las comunidades, entre ellas el agua potable, drenaje, alumbrado público, limpia, seguridad y pavimentación.

Sin embargo, en estas tres zonas la emisión de contaminantes y desechos industriales también presenta altos índices de concentración (Sistema estatal de monitoreo ambiental 2007) (SEMARNAT s/f), ya que en la Zona Metropolitana de la ciudad de Puebla, donde viven 35 de cada 100 poblanos, se agrupan 64 de cada 100 de los establecimientos grandes, industriales y comerciales de la entidad.

## Población ocupada por sector e ingresos obtenidos

En las 165 237 unidades económicas (el 5.5 % del país) con las que contaba la entidad en 2004 (INEGI 2005 a) se empleaban 649 927 personas, el 4.0 % del personal ocupado de México. El 59.4 % (386 116) del personal ocupado en la entidad son hombres y el 40.6 % (263 811) mujeres. La remuneración que recibe anualmente en promedio cada trabajador en Puebla es de $63 516, inferior al promedio nacional que es de $79 551.

En términos generales, la sectorización económica de la población ocupada (INEGI 2008 b) es la siguiente: 49 de cada 100 ocupados realizan actividades comerciales y de servicios públicos y privados; 27 de cada 100 laboran en las industrias manufactureras, extractivas y de electricidad, así como en la construcción y 24 de cada 100 se ocupan en actividades primarias como la agricultura, la ganadería, pesca y caza. La situación más descompensada se da sobre todo en el sector primario: recuérdese que en la actualidad aporta menos del 4 % al PIB en valores corrientes, pero como ya se indicó, en actividades primarias labora prácticamente un cuarto de la población ocupada.

Las desventajas salariales para los trabajadores ocupados en actividades agropecuarias son evidentes: 30 de cada 100 hombres y 70 de cada 100 mujeres que se ocupan en actividades del sector primario no declaran ingresos; además, 55 hombres y 28 mujeres de cada 100 ganan como máximo dos

salarios mínimos. En cambio, un tercio de la población masculina ocupada en la industria de la transformación o en actividades terciarias recibe más de tres salarios mínimos.

En cuanto a los ingresos laborales, la situación de las mujeres es siempre más desfavorable que la de los hombres; sin embargo, la situación de las ocupadas en actividades de los sectores secundario y terciario no es tan precaria como las que se ocupan en actividades primarias, esto es: en el primero, seis y en el segundo, 18 mujeres de cada 100 reciben más de tres salarios mínimos por su trabajo, lo que no sucede con las mujeres campesinas e indígenas que trabajan en el campo.

## Principales sectores, productos y servicios

### Sector Primario (Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y minería)

#### Importancia del sector rural

Desde una visión más amplia que la mercantil-economicista en Puebla, el sector rural es de vital importancia por la ocupación de mano de obra y tierras, así como por su participación en los procesos de producción de alimentos e insumos biológicos y minerales, para el desarrollo sustentable del estado que tome en cuenta los servicios ambientales que prestan los ecosistemas, aunque aún no sean valorados a plenitud.

Varios son los factores que limitan las expectativas de desarrollo económico y de bienestar social, los que obligan a destinar crecientes recursos públicos y privados para contrarrestar las afectaciones inherentes que producen: la destrucción y degradación de bosques y selvas, la desaparición de especies de flora y fauna, la degradación y desertificación de suelos, la pérdida y contaminación de cuerpos y mantos de agua, la contaminación atmosférica y la deposición inadecuada de descargas de servicios urbanos y de residuos industriales. Si el mundo urbano e industrial es indiferente a esta destrucción, queda en manos de la población rural —con una implícita racionalidad ecológica— el mejoramiento de esta perspectiva, ya que ellos son los directamente relacionados con la biodiversidad.

La dinámica de la economía manufacturera nacional ha relegado al campo. El rezago social se concentra en las zonas rurales: la educación, la salud y el acceso a una vida digna son temas lejanos a la realidad cotidiana de las grandes masas campesinas.

Puebla tiene una extensión de 3 428 966.1 ha, de las cuales 1 549 195.2 ha son para la agricultura (el 45.17 % de la superficie estatal), el 10.4 % para pastizal, el 9.4 % para bosque, el 7.0 % para matorral xerófilo, el 4.0 % para selva, el 0.6 % para otros tipos de vegetación, el 0.3 % para áreas sin vegetación y el 1.4 % para áreas urbanas. De la superficie agrícola, 1 339 640 ha son de temporal y sólo 209 555 de riego, es decir, el 86.47 % y el 13.53 % respectivamente (INEGI 2008 a). El total de hectáreas dedicadas a las actividades agrícolas, pecuarias y forestales es de 2 520 411.50.

Las actividades primarias ocupan 528 854 trabajadores pero una elevada proporción tiene ingresos muy bajos. Su contribución a la riqueza estatal es reducida al no superar el 4 % del PIB, razón por la cual la pobreza se manifiesta principalmente en las zonas rurales. Aunado a esto, impera el minifundismo; existe una baja capitalización y productividad, poca capacitación de los productores, un acceso muy limitado al financiamiento y un inadecuado aprovechamiento de la infraestructura productiva, especialmente la hidráulica (Gobierno del Estado de Puebla 2005) (INEGI 2008 a).

#### Estructura agraria

La superficie dedicada a las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, que es de 2 520 411.50 ha, presenta el siguiente régimen de tenencia de la tierra: 1 171 919 ha en tenencia ejidal y comunal, 1 333 723 en propiedad privada y colonia y 14 767 en pública, esto es, el 46.49 %, 52.91 % y 0.05 % respectivamente (INEGI 2009 a).

De un total de 31 514 propiedades sociales (ejidos y comunidades) existentes en el país, en Puebla hay 1 194, comprendiendo una extensión de 1 630 741 ha que incluye superficies de uso común, superficie parcelada y asentamientos humanos (INEGI 2009 b. Entre censo agropecuario y ejidal de 2009, no hay correspondencia de cifras). Esta superficie está asignada a 308 555 ejidatarios, comuneros y posesionarios, con una extensión media por individuo de

5.28 ha (INEGI 2009 b), mientras que el restante 41.9 % de la superficie estatal pertenece a 290 628 propietarios privados, con una extensión media de 4.9 ha por propietario (INEGI 2001 b).

Este territorio con sus distintas formas de apropiación por parte de campesinos, indígenas y productores rurales, es el espacio en el que se encuentra la biodiversidad poblana y en el que se realizan y desarrollan las actividades productivas pero es también el espacio modificado en su uso para convertirse en la base de la producción agrícola, ganadera, forestal y pesquera.

## Producción Agrícola

De acuerdo a la superficie sembrada, los principales cultivos cíclicos del Estado son: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), cebada (*Hordeum vulgaris*), trigo (*Triticum aestivum*) y papa (*Solanum tuberosum*). Los municipios que poseen más superficie sembrada son: Chignahuapan, Chalchicomula de Sesma, Tlachichuca y Zacapoaxtla (Gobierno del Estado de Puebla 2004).

La superficie total plantada con cultivos perennes asciende a 240 181 ha. En esta superficie se siembra principalmente, en orden de importancia: café (*Coffea arabica*), pastos cultivados (*Poaceae*), naranja (*Citrus sinensis*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y alfalfa (*Medicayo sativa*). Los municipios con mayor superficie sembrada son: Hueytamalco, Francisco Z. Mena, Venustiano Carranza, Xicotepec y Jalpan.

En el año 2004, por la producción obtenida, el estado de Puebla se mantuvo en las primeras posiciones a nivel nacional en cultivos como flores a cielo abierto (1er lugar), haba (2º), café cereza y tomate verde (4º), papa (4º), cebada grano y naranja (5º), maíz grano (7º) y frijol (9º) (Gobierno del Estado de Puebla 2004).

Para el año 2007 (Cuadro 2.5) Puebla obtuvo lugares importantes, pero en menos cultivos y con volúmenes de producción reducidos: café cereza, alfalfa y otros cultivos (incluye papa) (4º), cebada grano y naranja (5º), algodón (6º), fríjol (8º), maíz blanco (9º) y maíz amarillo, sorgo grano y caña de azúcar (10º).

La base de la alimentación poblana, generada por la población campesina e indígena, se ha realizado modificando los ecosistemas naturales, transformándolos en agroecosistemas, algunos de los cuales han derivado en zonas infértiles, erosionadas y contaminadas (Careaga Ruiz 2005).

## Ganadería

La utilización de diferentes especies domésticas en el estado, como la bovina (leche y carne), porcina, ovina, caprina, búfalo de agua y aves, entre otras, indican un alto potencial de la ganadería poblana en términos de desarrollo económico pero, por el contrario, también en el aspecto ambiental por las superficies destinadas a la alimentación de este ganado y por los gases de efecto invernadero que la ganadería bovina produce (Comité Intersecretarial 2006). Los sistemas de producción están caracterizados por sus diferentes niveles tecnológicos: los agricultores comerciales, los productores en transición que agrupan a ejidatarios y productores privados y los productores tradicionales o de subsistencia.

El subsector ganadero mantiene a la entidad en destacados lugares en el contexto nacional de alimentos pecuarios, excepto en el ganado bovino y producción de leche.

Hacia el 2007 (INEGI 2009 a) existían en la entidad 344 079 cabezas de ganado bovino, de las cuales 5 412 son sementales, 93 447 vientres (para producción de leche 46 789, para carne 20 773 y doble propósito 25 885), 11 314 animales de trabajo y 157 229 animales en desarrollo o engorda. En este aspecto, la producción diaria de leche es de 429 mil litros. Esta población ubica a Puebla como una entidad con reducida importancia en la ganadería bovina y en la producción de leche.

En Puebla existen 753 121 cerdos, de éstos, 45 495 son de ganado corriente, 110 639 de cruza y 422 328 de fino. Las existencias más altas de cerdos se localizan en Tehuacán, Ajalpan, Tepanco de López, Tecamachalco y Yehualtepec. Esta población ubica a Puebla en la cuarta posición en producción porcina (INEGI 2009 a).

A nivel nacional ocupa el cuarto lugar en las existencias totales de aves de corral, con 28 418 522: 13 973 488 son gallinas, 8 268 137 de pollos en engorda y 3 124 044 de pollas y pollos en desarrollo. Los municipios que concentran a la mayoría de las aves son Ajalpan, Tehuacán, Tecamachalco, Tepanco de López y Tochtepec. En este aspecto, la producción media diaria de huevo es de 8 490 toneladas, con

**Cuadro 2.5** Unidades de producción con cultivos en el ciclo primavera - verano según superficie sembrada, cosechada y producción obtenida, a nivel nacional y estatal (2007)

| **Cultivo** Entidad federativa | **Unidades de producción** | **Superficie** (hectáreas) | | **Producción obtenida** (toneladas) |
|---|---|---|---|---|
| | | **sembrada** | **cosechada** | |
| **algodón** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 13 234 | 120 643.22 | 116 828.15 | 326 050.10 |
| Puebla | 956 | 1 308.17 | 1 163.63 | 2 118.38 |
| **avena forrajera** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 87 799 | 667 919.01 | 638 172.80 | 8 590 016.68 |
| Puebla | 4 580 | 10 125.84 | 9 261.29 | 108 894.51 |
| **cebada grano** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 31 651 | 202 926.77 | 190 919.23 | 518 573.50 |
| Puebla | 3 302 | 14 373.20 | 13 073.83 | 37 475.54 |
| **chile verde** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 35 255 | 155 656.60 | 146 048.30 | 1 530 288.71 |
| Puebla | 2 504 | 1 839.28 | 1 616.29 | 9 846.99 |
| **frijol** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 526 410 | 1 686 679.69 | 1 522 494.97 | 882 275.73 |
| Puebla | 36 074 | 56 211.62 | 48 923.93 | 87 122.05 |
| **maíz blanco** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 2 143 099 | 6 573 818.41 | 5 993 767.19 | 16 867 463.46 |
| Puebla | 664 | 2 224.15 | 1 756.74 | 18 574.56 |
| **sorgo grano** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 107 701 | 1 149 768.49 | 1 117 130.76 | 3 996 792.30 |
| Puebla | 5 533 | 19 577.18 | 18 393.67 | 62 254.19 |
| **trigo grano** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 28 652 | 283 128.58 | 275 364.05 | 1 258 816.30 |
| Puebla | 2 339 | 5 956.08 | 5 391.87 | 12 766.72 |
| **otros cultivos** | | | | |
| Estados Unidos Mexicanos | 220 726 | 725 947.36 | 665 655.56 | 6 418 409.49 |
| Puebla | 45 368 | 72 090.03 | 64 829.08 | 431 099.98 |

*Fuente: INEGI. 2009 (a). VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. 2007. INEGI*

lo que se ubica en el segundo lugar al nivel nacional, sólo después de Jalisco (INEGI 2009 a).

De acuerdo al número de cabezas, las cabras, ovejas y equinos son otras especies de importancia en la entidad. La caprina suma 335 291 y la ovina 636 379; esto le hace ser el segundo y el cuarto productor nacional en cada caso. Por lo que toca a los equinos, se registraron 66 615 caballos, 21 387 mulas y 63 031 asnos, lo que ubica a Puebla como octavo productor en el primer caso y segundo lugar en producción de mulas y asnos. También ocupa el segundo lugar en producción de conejos, con 73 498 cabezas (INEGI 2009 a).

Adicionalmente se presenta la producción de miel, con la existencia de 65 012 colmenas, lo que ubica al estado en el séptimo lugar nacional; esto le permite la venta de 346 toneladas de miel, 3.76 de cera, 1.04 de polen y 10.91 de propóleo.

## Silvicultura

En producción forestal Puebla tiene una superficie total de 1 939 ha. De estas, un 93.2 % corresponde a coníferas, 6.4 % a latifoliadas y un 0.4 % a otras especies (Centro Nacional de Desarrollo 1998)[1]. Las principales especies explotadas son el pino, con 1 738 unidades productivas, el encino, que es la principal especie del estado con 3 192 unidades y el oyamel con 69 unidades, que en conjunto representan el 94.6 % del total de la producción.

La producción forestal maderable durante el 2007 (INEGI 2009a) fue de 244 603 metros cúbicos rollo; de coníferas destaca el pino con 178 719 $m^3$ y el oyamel con 32 725 $m^3$; de las latifoliadas se obtuvieron 23 701 $m^3$ de encino y 8 123 $m^3$ de otras; adicionalmente se obtuvieron 79 $m^3$ de maderas preciosas y 424 de comunes tropicales (INEGI 2008a). Los municipios con mayores volúmenes de productos maderables explotados son Chignahuapan, Tetela de Ocampo, Vicente Guerrero, Zacatlán y Huauchinango.

## Pesca

El estado cuenta con una superficie de aguas interiores de 6 500 ha que en 2007 (INEGI 2008a) le permitieron 5 300 toneladas de producción acuícola, en peso vivo por especie. Esta actividad la realizaron 2 129 personas que trabajan en esta actividad.

En el volumen de producción pesquera se registran las siguientes especies: carpa (*Cyprinus carpio Linné*), trucha (*Salvelinus fontinalis*), mojarra tilapia (*Diplodus vulgaris*) y gusano de fango. También se capturan otras especies: pescado blanco (*Micromesistius poutassou*), lobina negra (*Micropterus salmoides*), langostino (*Penaeus kerathurus*), bagre (*Bagre marínus*) y rana toro (*Rana catesbeiana*) (cuadro 2.6).

La infraestructura para estas actividades se compone de nueve presas, siete lagunas naturales y 85 bordos, así como de once centros acuícolas para la producción de crías. "De acuerdo a información oficial 2007 (SDR), existen registradas 389 unidades productivas en Puebla de las especies principales: trucha (148), tilapia (120) y carpa (121)" (FAO 2008). Los municipios que destacan en la producción pesquera son Chignahuapan, Zacatlán, Huauchinango, Atlixco y Santa Rita Tlahuapan, entre otros.

Esta actividad se encuentra en peligro dada la contaminación de las aguas interiores. Según el titular de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado el caso de la pesca del bagre en la entidad poblana es representativo, ya que prácticamente ha desaparecido debido a la sobreexplotación y la contaminación de las cuencas donde se reproduce; por ello, el gobierno ha priorizado su resiembra en ríos, a fin de reactivar el desarrollo regional del sur de la entidad (Secretaría de Desarrollo Rural 2007).

## Minería

La explotación de minerales metálicos en Puebla fue importante hace tiempo pero en la actualidad es una actividad esporádica; sin embargo, destaca el hecho de que Puebla es productor de minerales no metálicos, por lo que la entidad participó en el 2007 con el 6.66 % del valor total nacional de la producción minera, con un total de 2 607 millones de pesos. Entre los productos no minerales, los más importantes son: feldespato, perlita, talco, mármol, bentonita, calcita y yeso (cuadro 2.7) (Secretaría de Economía 2008).

Entre las plantas instaladas más importantes para el tratamiento de minerales se encuentran las siguientes: Marmolera Internacional de Puebla,

[1] No se incluye el dato del censo agropecuario de 2007, dado que reporta sólo 326 ha, correspondientes a las unidades de producción que reportaron tener superficie forestada, lo cual puede implicar una subestimación de este reducido recurso.

**Cuadro 2.6** Volumen de la producción de acuicultura en Puebla, en peso vivo por especie (2007)

| Especie | Volumen de la producción (Toneladas) | |
|---|---|---|
| | Total | Porcentaje |
| Carpa | 3 148 | 59.4 |
| Trucha arcoiris | 793 | 14.9 |
| Tilapia | 332 | 6.3 |
| Lobina negra | 24 | 0.4 |
| Pescado blanco | 21 | 0.3 |
| Captura sin registro oficial (carpa, tilapia y trucha arcoiris) | 968 | 18.2 |
| Gusano de fango (uso industrial) | 14 | 0.2 |
| **Total** | **5 300** | **99.7** |

*Fuente: INEGI. Anuario Estadístico Puebla 2008*

**Cuadro 2.7** Valor de la producción minera en Puebla 2003-2007 (Pesos Corrientes)

| Productos/Años | 2007 |
|---|---|
| No metálicos | 2 607 820 603.25 |
| Agregados pétreos | 32 016 299.52 |
| Arcillas | 29 663 524.92 |
| Arena | 226 561 820.62 |
| Bentonita | 17 365 037.05 |
| Calcita | 134 561 133.53 |
| Caliza | 139 055 144.92 |
| Caolin | 1 102 010.38 |
| Feldespato | 147 451 577.88 |
| Grava | 319 676 049.43 |
| Olivino | 7 045 602.96 |
| Perlita | 9 442 560.67 |
| Rocas dimensionables | 1 534 012 429.27 |
| Yeso | 9 604 912.10 |
| Zeolitas | 262 500.00 |
| **Total** | **2 607 820 603.25** |

*Fuente: Secretaría de Economía 2008*

**Figura 2.4** Uno de los asentamientos industriales de la zona conurbada de Puebla. (Foto: Roberto Carlos Sánchez 2009)

Materias Primas Minerales de Ahuazotepec S. A. de C. V. y Yeso Panamericano S. A. de C. V. Algunas empresas que se encuentran explorando en el estado son: Almaden Minerals LTD/Minera Pinnacle de México S. A. de C. V., Minera Meteoro S. A. de C. V. y Gold Corp Inc/Starcore International Ventures LTD. Además, en el área de unidades minero-metalúrgicas y de transformación, en materia de fundición, se encuentran Ternium Hylsa de Puebla, S. A., Minera Autlán, CIMEC International (Secretaría de Economía 2008).

Lo positivo de esta industria es que Puebla cuenta con un total de 160 161 trabajadores en el sector minero, de los cuales alrededor de 115 mil laboran en la explotación de minerales no metálicos. El aspecto cuestionable es que la producción minera representa, para el 2008, la concesión de 305 títulos, principalmente a empresas transnacionales, con lo cual se concesiona una superficie de 186 418 ha, la cual fue mayor en el 2005, pues significó 475 004 ha; de esta manera, del 13.9 % de la superficie estatal total que se dedica a la minería, ha disminuido al 5.48 % (Secretaría de Economía 2008), superficie considerable sujeta al impacto ambiental de la minería, lo cual es grave ante las implicaciones que tiene esta contaminación (Gutiérrez Ruiz 1997).

**Sector Secundario (Industria)**

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011, el sector manufacturero es de gran importancia por su peso económico y por sus ramificaciones en el tejido productivo estatal, al generar la mayor parte del valor agregado de la economía. En los últimos veinticinco años su aportación a la riqueza del estado ha sido de alrededor de la cuarta parte del PIB, y da empleo a la quinta parte de los trabajadores poblanos.

El sector industrial poblano muestra evidentes contrastes: por una parte existen ramas como la siderúrgica, la petroquímica, la automotriz, la de autopartes y algunos segmentos del sector textil que disponen de tecnología de punta y de formas de integración que les permiten elevar la productividad en el conjunto de su actividad y, por la otra, hay ramas que han quedado rezagadas y paulatinamente pierden participación en la producción estatal, como es el caso de las dedicadas a los alimentos, bebidas y otros segmentos de los mismos textiles.

En el 2003 se registraron 26 806 industrias manufactureras, de las cuales 4 544 se asentaban en la ciudad de Puebla. Por el personal ocupado, las ramas más relevantes fueron (INEGI 2008a) la de productos metálicos, maquinaria y equipo, en primer lugar, con

24 974 empleados (incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión); en segundo lugar, con 15 241 empleados, la de productos alimenticios, bebidas y tabaco y en tercer lugar, con 10 664 empleados, la de textiles, prendas de vestir e industria del cuero.

La industria está concentrada en la ciudad de Puebla y los municipios próximos, (87.01 %), así como en las regiones de Tehuacán y Teziutlán. En los últimos años se impulsaron áreas y parques industriales en el interior del estado, los cuales representan el soporte para nuevos polos de desarrollo regional. Sin embargo, en el resto de la entidad sólo estaba el 12.99 % de la industria.

La concentración de la industria poblana en la zona conurbada ha generado problemas graves de contaminación de aire, suelo y agua, que incide de manera importante en la salud de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Puebla. Entre los contaminantes se encuentran el dióxido de azufre ($SO^2$) (partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros, PM10), ozono ($O^3$) y monóxido de carbono (CO), producto de la actividad en la ZMVP.

Existen otros compuestos denominados "tóxicos del aire", (contenidos en los compuestos orgánicos volátiles y partículas, por ejemplo: acetaldehído, benceno, 1,3 butadieno, formaldehído y compuestos poli cíclicos aromáticos, entre otros), que también se encuentran en concentraciones importantes en el aire ambiente y que afectan la salud humana (SEMARNAT s/f).

## Sector Terciario (Comercio y servicios)

### Comercio

Las actividades comerciales y de servicios tienen un importante arraigo y representan el sector más importante de la economía poblana. En la actualidad,

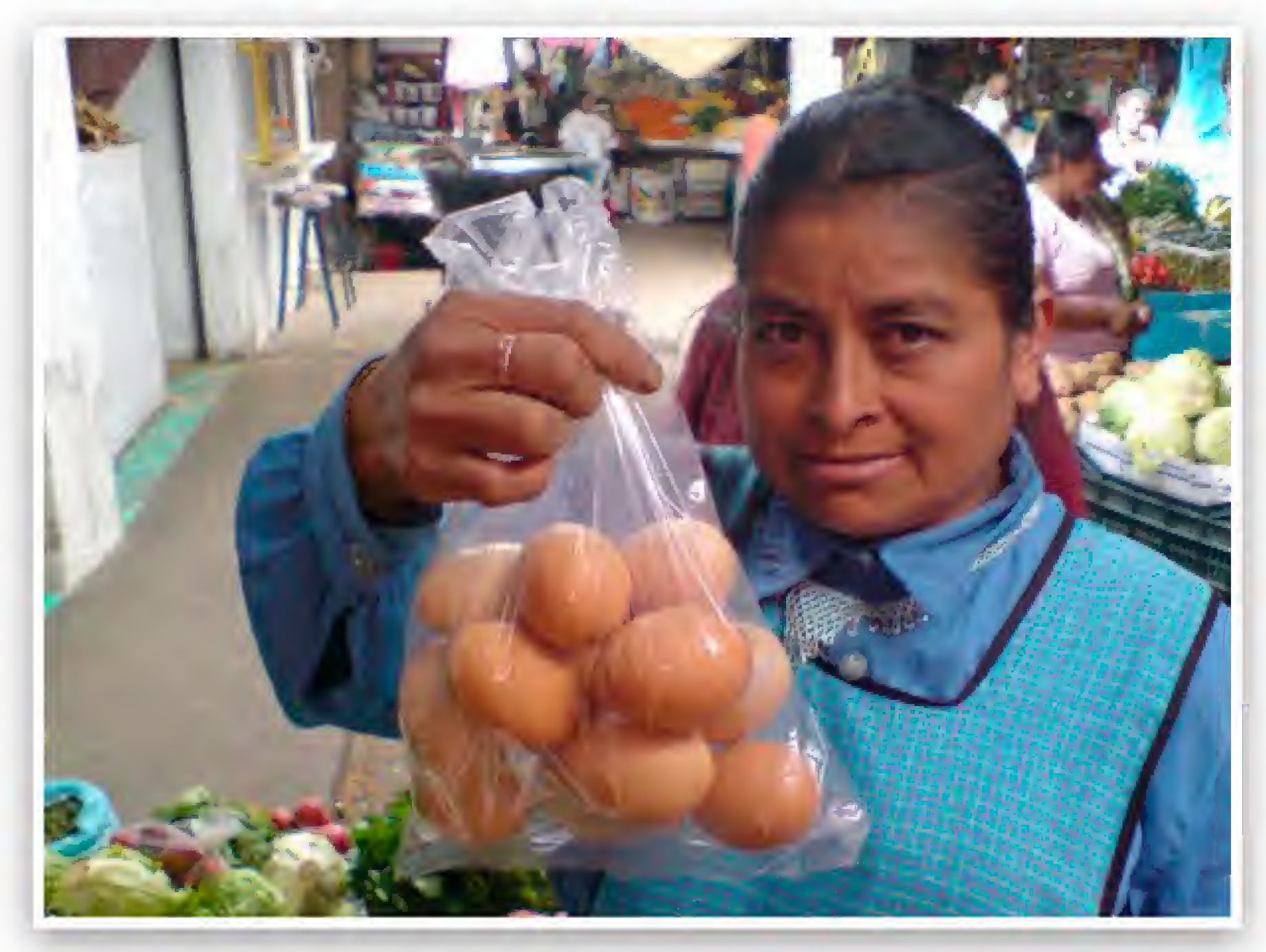


**Figura 2.5** Venta de productos perecederos en un mercado poblano (Foto: Roberto Carlos Sánchez 2009).

ambas actividades representan tres quintas partes del PIB y dan empleo a dos quintas partes de la población ocupada. De manera similar a otros sectores económicos, las micro, pequeñas y medianas empresas constituyen la generalidad de las compañías (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

El comercio al por mayor representa el 45 % de los ingresos totales del sector comercial, mientras que el restante 55 % lo absorbe el comercio al detalle. No obstante, el primero ofrece el 20 % de la ocupación en tanto que el 80 % lo genera el comercio al menudeo.

En el comercio al mayoreo destaca la compraventa de maquinaria y equipo de transporte y refacciones y la comercialización de alimentos, bebidas y tabaco. En cambio, en el comercio al por menor, la actividad predominante es el que se refiere a productos no alimenticios, representando dos terceras partes de la actividad. Los productos alimenticios, bebidas y tabaco representan la otra tercera parte del comercio al por menor (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

En Puebla, este sector es el mayor generador de empleos aunque, de forma similar a las actividades industriales, presenta un alto grado de concentración en la capital y las principales ciudades del estado. Los servicios más importantes proporcionados tienen que ver con el alquiler de inmuebles, la educación, la salud y los servicios financieros (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

En la economía poblana, la suma de todos estos ramos representa aproximadamente dos tercios del volumen de la economía estatal, destacando especialmente el sector comercial, al que corresponden la mayor parte de las unidades productivas del estado. En 2003 existían en el estado un total de 86 458 establecimientos comerciales, que empleaban a 211 149 trabajadores. La actividad comercial se concentra especialmente en las grandes zonas urbanas del valle Poblano-Tlaxcalteca y la región de Tehuacán. Para el comercio de los bienes, las ciudades poblanas más importantes cuentan con centrales de distribución; en ciudades medianas existen mercados fijos y en las zonas con menores densidades poblacionales, la alternativa la constituyen los tianguis.

## Comunicaciones y transportes

Puebla presenta una geografía accidentada en amplias zonas de su territorio, lo que ha limitado la expansión y eficiencia del sistema de comunicaciones y transportes.

No obstante, el estado figura entre los cinco nodos principales del país, en relación con el tránsito diario de camiones de carga y supera en este indicador a las ciudades de Guadalajara y Monterrey, lo que abre un panorama alentador para que esta ventaja competitiva se traduzca en creación de empleos (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

El transporte ferroviario no ha sido una opción importante para el manejo de carga pero es deseable lograr acuerdos relevantes para abatir los costos de traslado de los productos poblanos.

Por lo que respecta a la infraestructura aeroportuaria, se han canalizado importantes inversiones en el aeropuerto "Hermanos Serdán" para transformarlo en un elemento moderno de carga y pasaje (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

En cuanto a las telecomunicaciones, han mantenido un ritmo de crecimiento elevado al incrementarse en 82.4 % el número de líneas telefónicas entre 1995 y 2001, pero la cobertura per cápita todavía está por debajo de la media nacional. La radio y la televisión estatales han sido un factor importante en el enlace de más centros de población (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

Aunque se han logrado importantes avances en el servicio de transporte público mediante reformas legales que sentaron las bases para su modernización y profesionalización, resulta indispensable continuar con este proceso y mejorar el marco regulatorio.

## Turismo

El sector turístico representa una importante fuente de ingresos y empleo y tiene el potencial para convertirse en un pilar del desarrollo del estado. En el año 2007 este sector dio empleo a 89 317 trabajadores y es uno de los componentes más destacados de la evolución del sector económico de los servicios (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

Puebla tiene importantes atractivos para el turismo, además de su gastronomía, cultura y diversidad de climas. Según el Instituto Nacional de Antropología e Historia, cuenta con áreas arqueológicas catalogadas y protegidas y se ubica en los primeros lugares en materia de estados que albergan patrimonio cultural, compitiendo con otros como Oaxaca,

el Distrito Federal, Guanajuato, Morelia y Zacatecas (Gobierno del Estado de Puebla 2005).

La afluencia turística registrada durante el año 2004 en Puebla fue de 5 576 000 visitantes y registró una derrama económica de 4 641 000 millones de pesos (Gobierno del Estado de Puebla 2004).

Además, la ciudad de Puebla ha tenido momentos importantes al obtener los primeros lugares en ocupación hotelera en la categoría de "Ciudades del Interior", situándose arriba de la media nacional por más de 12 puntos y por encima de destinos como Oaxaca, Monterrey y Guadalajara.

### Exportaciones

Puebla se ha insertado en la globalización: en el contexto nacional, las exportaciones poblanas en el 2004 representaron el 3.7 % del total nacional, ocupando el décimo lugar, además de una posición superavitaria en la balanza comercial (Gob. del Edo. de Puebla. 2005).

El volumen total del comercio poblano en el sexenio pasado ascendió a 61 532 millones de dólares, de los cuales 35 155 correspondieron a exportaciones y 26 377 a importaciones, lo que arrojó un saldo superavitario de 8 mil 778 millones de dólares.

### Conclusiones

Al igual que el esquema de desarrollo del país, la entidad poblana presenta dos facetas contradictorias:por una parte, la de un estado moderno y desarrollado pero también la de una entidad pobre y marginal, con bajos índices de desarrollo social. De la misma manera que en materia ambiental a nivel nacional, Puebla es una entidad rica en biodiversidad, pero de las primeras también en su destrucción, deterioro y contaminación .

Puebla, el granero de la Nueva España y fuente importante de alimentos del México actual, es un estado de reducida superficie y sin embargo poseedor de relevancia y diversidad productiva pero con un campo en crisis y con su población rural sumida en la pobreza, la marginación y sujeta a la necesidad de emigrar del país.

Puebla, la industrial, pujante desde su vieja historia con su industria textil y actualmente con su industria automotriz y su maquila de exportación, sabe también de industrias que desaparecen ante la dinámica del mercado mundial, con bajos salarios para sus obreros y un desempleo creciente.

Puebla, la de la urbanización de primer mundo, Angelópolis como símbolo de la modernidad y una zona conurbada en crecimiento, que aloja casi a la mitad de la población estatal, con altos niveles de vida, tiene, en contraste, un espacio en donde la población restante se establece de forma dispersa, en asentamientos precarios y en ecosistemas fragmentados y contaminados por la urbanización, la industrialización y el crecimiento de una infraestructura de transportes y comunicaciones en expansión irracional.

Puebla es paradigma de la riqueza concentrada y pobreza generalizada. Por estos contrastes, está obligada a repensar su forma de vida y a modificar su modelo de desarrollo: así lo requiere la conservación de la riqueza de sus ecosistemas y el bienestar de sus habitantes.

## LITERATURA CITADA

Ayala Rodríguez, I. 2001. La situación ambiental en Puebla. UIA-Puebla-SEMARNAT-SEDURBECOP-AFRICAM SAFÁRI. México.

Banco de México. Sistema de Información Económica (SIE). 2004. (En línea, disponible en http://www.conapo.gob.mx/mig_int/s2008/pdfs/08.pdf y página WEB: www.banxico.org.mx. Consultado el 20 de mayo de 2008).

Boege Schmidt, E. 2006. Territorios y diversidad biológica: la agrodiversidad de los pueblos indígenas de México. En: Concheiro Bórquez, Luciano y Francisco López B. Biodiversidad y conocimiento tradicional en la sociedad rural. Entre el bien común y la propiedad privada. CERDSSA-Cámara de diputados. México. pp. 237-297.

Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. 2004. Centro de estudios de las finanzas públicas. México: Comportamiento de las Remesas, 1995 – 2004/III. (En línea, disponible en http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/ cefp/cefp0522004.pdf. Consultado el 2 de enero de 2008).

Careaga Ruiz, Jesús et al. 2005. Zonificación Agroecológica de la Sierra Norte de Puebla. SDS-BUAP-Instituto de Suelos. Cuba. México.

Centro nacional de desarrollo municipal. 1998. Enciclopedia de los municipios de México. Puebla. (En línea, disponible en http://www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Puebla/21000g.htm. Consultado el 14 de abril de 2007).

Comité Intersecretarial de Cambio Climático. 2006. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002. INE. México. (En línea, disponible en http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=502. Consultado el 29 de agosto de 2009).

CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2006. Índices de Marginación 2005. CONAPO. México. (En línea, disponible en http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/margina 2005/ 01_b.pdf. Consultado el 30 de enero de 2008).

2008. Estimaciones de CONAPO con base en INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 y 2005. s/f. Indicadores demográficos básicos 1990-2030. Indicadores de la República Mexicana y por entidad federativa. (En línea, disponible en http://www.conapo.gob.mx/index.php?option= com_content&view=article&id=125&Itemid=193 http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193. Consultado el 8 de octubre de 2008).

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2007. Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social en México. 2008. México. (En línea, disponible en http://www.coneval.gob.mx/contenido/home/ 2509.pdf. Consultado el 11 de noviembre de 2008).

Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos. 1824. (En línea, disponible en http://www.ensayistas.org/identidad/contenido/politica/const/mx/1824.htm. Consultado el 14 de agosto de 2009).

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla. 2009. (En línea, disponible en http://www.puebla.gob.mx/docs/ordenjuridico/69891.pdf. Consultado el 3 de noviembre de 2007).

FAO. 2008. PROYECTO FAO UTF/MEX071/MEX. Apoyo a la Secretaria de Desarrollo Rural de Puebla en el Desarrollo de Cadenas Acuícolas y Elaboración del Plan Rector para la Acuacultura y la Pesca del Estado de Puebla 2007-2011. Garza de Yta, Antonio y Francisco Javier Martínez Cordero. Diagnóstico de la acuacultura en Puebla. 129 pp. (En línea, disponible en http://www.puebla.gob.mx/docs/gobiernocampo/196143.pdf. Consultado el 13 de mayo de 2008).

Garrido García, F. J. (s/f). Guía de conocimientos sobre desarrollo sostenible. Global hoy. No. 6. (En línea, disponible en http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=1548&opcion=documento#ficha_gloobal. Consultado el 5 de abril de 2007).

Gobierno del Estado de Puebla. 2005. Plan Estatal de Dearrollo 2005-2011. (En línea, disponible en http://www.puebla.gob.mx/docs/transparencia/9855.pdf. Consultado el 24 de septiembre de 2007).

Gobierno del Estado de Puebla. 2004. Sexto Informe de Gobierno 2004. (En línea, disponible en http://www.puebla.gob.mx/docs/transparencia/74750.pdf Consultado el 11 de diciembre de 2007).

Gobierno del Estado de Puebla. s/f. Geografía de Puebla. (En línea, disponible en http://www.puebla.gob.mx/puebla/complementos/contenido/plantilla.jsp?idmenu=9&pagina=contenido.jsp&id=32119. Accesado el 14 de diciembre de 2007).

Gutiérrez Ruiz, Margarita E. y Manuel Moreno Turrent. 1997. Los residuos en la minería mexicana. En: Garfias, Javier y Luís Barojas. 1997. Residuos peligrosos en México. INE. México. (En línea, disponible en http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/35/los_residuos.html. Consultado el 20 de agosto de 2009).

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. (En línea, disponible en http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia. Consultado el 27 de julio de 2009).

INEGI. 2001 (a). XII Censo General de Población y Vivienda. Puebla. 2000. INEGI. consulta interactiva de datos. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/lib/olap/general/ MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=10259. Consultado el 28 de diciembre de 2007).

2001 (b). Principales Resultados del Censo Ejidal 2001. INEGI. México. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ejidal2001/default.aspx. Consultado el 4 de septiembre de 2008).

2002. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 1993-2000. México.

2005 (b). Censos Económicos 2004. México. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce1999/saic/default.asp?modelo=SCIA&censo=2004&s=est&c=11734. Consultado el 4 de septiembre de 2008).

2005 (a). II Conteo de Población y Vivienda 2005. México. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=10398&s=est. Consultado el 7 de marzo de 2009).

2006. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 1999-2004. México. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_ serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/PIBE2004.pdf. Consultado el 22 de marzo de 2009).

2007 (a). Defunciones generales según sexo 1990-2007. (En línea, disponible en http://200.23.8.5/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob34&s=est &c=3211 Consultado el 29 de diciembre de 2007).

2007 (b). Morbilidad hospitalaria - causas - género - 2001 2006 – entidad federativa. (En línea, disponible en http://200.23.8.5/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=msal05&s=est&c=3356. Consultado el 26 de diciembre de 2007).

2008 (a). Anuario Estadístico Puebla 2008. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/sisnav/default.aspx?proy=aee&edi=2008&ent=21. Consultado el 14 de abril de 2009).

2008 (b). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, segundo trimestre de 2008. (En línea, disponible en www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/.../Indicadores%20estructurales%20de%20ocupacion%20y%. Consultado el 9 de noviembre de 2008).

s/f. Aspectos geográficos de Puebla. (En línea, disponible en http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/pue/ubic_geo.cfm?c=442&e=21&CFID=73952&CFTOKEN=25941516. Consultado el 4 de diciembre de 2008).

2009 (a). Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Ags. 2009. (En línea, disponible en el sitio http://www.remapuebla.gob.mx/reportecorto.php http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10210. Consultado el 26 de agosto de 2009).

2009 (b). Estados Unidos Mexicanos. IX Censo Ejidal. México. Datos por Entidad Federativa. Aguascalientes, Aguascalientes. 2009. (En línea, disponible en http://www.inegi.org. mx/inegi/default.aspx?s=est&c=15687. Consultado el 25 de agosto de 2009).

2009 (c). Encuesta Nacional de ingresos y gastos de los hogares (ENIGH) 2008. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/enigh/enigh_2008/default.asp?s=est&c=15718. Consultado el 29 de agosto de 2009).

2009 (d). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2003-2007. Base 2003. (En línea, disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/biblioteca/Default.asp?accion=1&upc=702825001795. Consultado el 31 de agosto de 2009).

s/f (1).(En línea, disponible en http://cuentame.inegi. org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/default.aspx?ema=me&e=21. Consultado el 16 de diciembre de 2008).

Ley Orgánica del Poder Judicial del Estado de Puebla. 2002. En el sitio en internet del Congreso del Estado de Puebla, consultado el 27 de septiembre de 2007. (En línea, disponible en http://www.congresopuebla.gob.mx/web/prensa/tmp/lorpojud.pdf. Consultado el 18 de diciembre de 2007).

PNUMA. 2002. Integración del medio ambiente y el desarrollo: 1972-2002. pp. 2-27. (En línea, disponible en http://www.unep.org/geo/geo3/spanish/038.htm. Consultado el 13 de diciembre de 2007).

ONU. 2007. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre Desarrollo Humano 2006-2007. Mundi Prensa. México. 216 pp.

Ornelas Delgado, J. 2004. Una aproximación a la economía poblana. En: Ornelas Delgado, Jaime. 2004 (coordinador). Visión de Puebla. Colección Pensamiento económico. BUAP. México. pp. 9-38.

Secretaría de Economía. 2008. Panorama minero del Estado de Puebla. Servicio Geológico Mexicano-Coordinación General de minería. México. (En línea, disponible en sitio http://www.coremisgm.gob.mx/productos/panoramas/pdfs/PUEBLA.pdf. Consultado el 25 de agosto de 2009).

SEDESOL (----). 2003. Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Puebla-Tlaxcala. SEDESOL/BUAP.

Secretaría de Desarrollo Rural. 2007. Reactivarán Puebla y Morelos la producción de pez bagre. (En línea, disponible en http://www.comunicacionsocial.gob.mx/index.php?option=cm_content&task=view&id=14625&Itemid=46. Consultado el 29 de agosto de 2009).

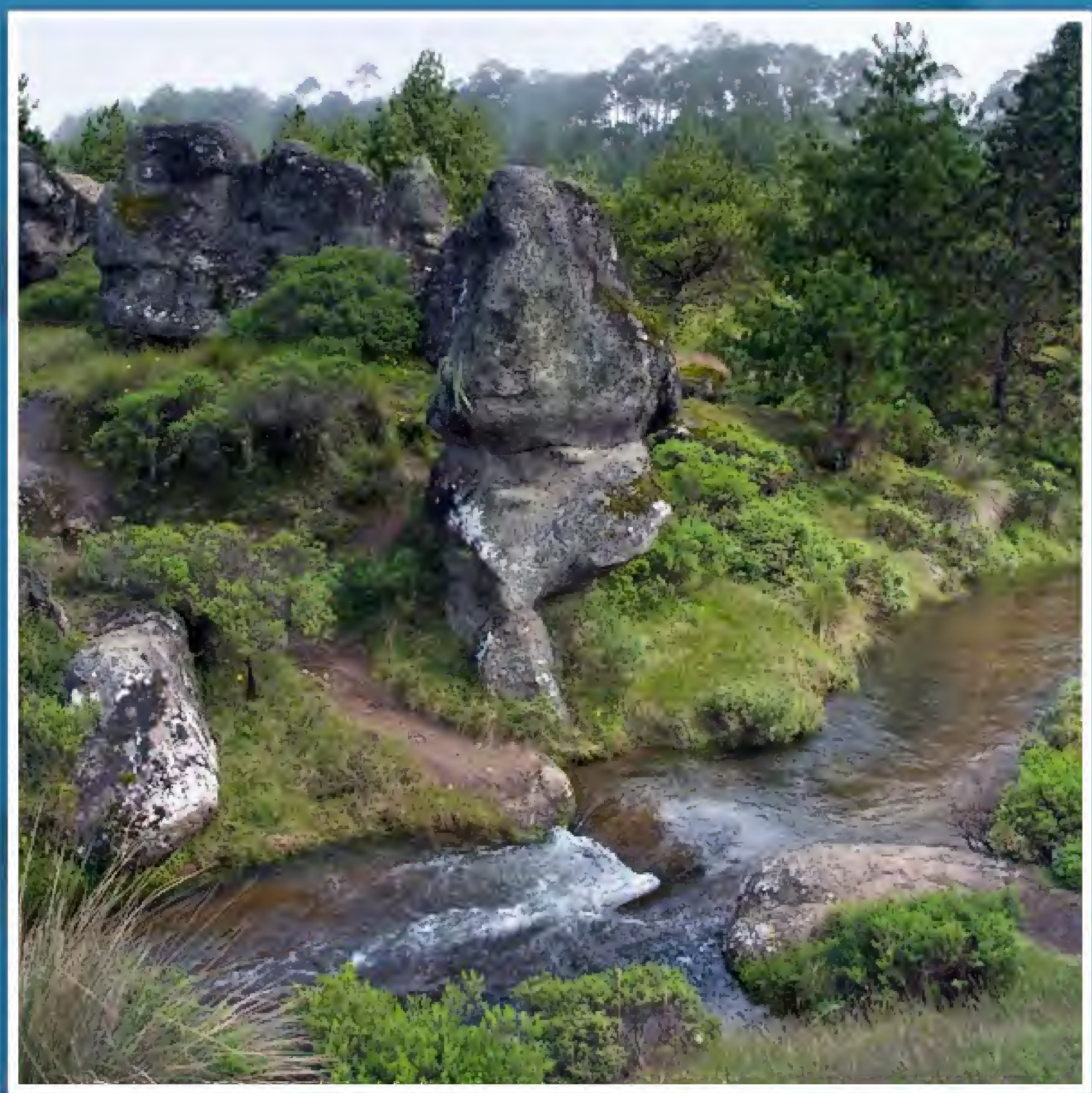
SEMARNAP. 2000. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000. México.

SEMARNAT-Gobierno del Estado de Puebla (SMNR). s/f. Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona metropolitana del Valle de Puebla. 2006-2011. México. (En línea, disponible en http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Documents/PROAIRE%20PUEBLA.pdf. Consultado el 2 de agosto de 2009).

Sistema estatal de monitoreo ambiental del gobierno del estado de Puebla. 2007. Reporte Anual Calidad del Aire 2007. (En línea, disponible en el sitio http://www.remapuebla.gob.mx/reportecorto.php. Consultado el 14 de agosto de 2009).

CAPÍTULO

# 3



Parque Ecoturistico Valle de las Piedras Encimadas, ubicado en Zacatlán de las Manzanas al norte del estado de Puebla.
Foto: Miguel Ángel Sicilia / Banco de imágenes de CONABIO.

CAPÍTULO 3

# DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

*COORDINADOR:*
*Gonzalo Yanes Gómez*

## INTRODUCCIÓN

*Gonzalo Yanes Gómez*

Los factores topográficos y climáticos son determinantes de la gran variedad de ambientes que existen en nuestro país. La complicada topografía (más de 50 % del territorio nacional se encuentra en altitudes mayores a los mil metros sobre el nivel del mar), junto con las diferencias determinadas por la latitud, producen un mosaico climático con un número muy grande de variantes. A nivel regional puede notarse la influencia de su complicada y variada topografía así como la situación de sus principales cordilleras. Los cambios altitudinales traen consigo variaciones climáticas en cuanto a la intensidad de la irradiación y de la insolación, de la humedad atmosférica relativa, la oscilación diurna de la temperatura y la cantidad de oxígeno disponible (Neyra-González y Durand-Smith 1998). La forma que le confieren al país sus litorales, junto con la alineación de sus principales serranías, influyen de manera decisiva en la distribución de la humedad y también de la temperatura (Cordero y Morales 1998).

Dentro de los factores históricos destaca el biogeográfico. El territorio mexicano es considerado por los biogeógrafos como la zona de transición entre dos grandes regiones: la neotropical (constituida por Sudamérica y Centroamérica) y la neártica (que corresponde a Norteamérica), que hicieron contacto hace aproximadamente seis millones de años. Debido a esto, México constituye una zona biogeográficamente compuesta, donde el contacto entre biotas ancestrales ha dado como resultado una rica mezcla de fauna y flora con diferentes historias biogeográficas (Flores y Gerez 1994).

Además de las características biogeográficas, otro elemento histórico importante es el relacionado con los cambios climáticos severos ocurridos durante el Pleistoceno, cuando los glaciares se extendieron a latitudes tales que nuestro país estuvo bajo la influencia de climas fríos y templados. Esto propició el establecimiento de especies propias de este tipo de climas, mientras que las especies de climas tropicales se extinguieron en gran parte de las áreas que ocupaban, por lo que su distribución se restringió a ciertas zonas denominadas refugios pleistocénicos. El aislamiento que sufrieron en estos refugios dio origen al surgimiento de nuevas especies, que extendieron su área de distribución cuando los glaciares se retiraron (Neyra-González y Durand- Smith 1998). Este proceso produjo, de acuerdo con algunos científicos, un incremento considerable en el número de especies, por lo que un buen número de las presentes en México son de origen relativamente reciente y de naturaleza endémica. Análogamente, un fenómeno de aislamiento y evolución de la biota puede estar ocurriendo en las montañas de México, en particular en las poblaciones de los bosques húmedos que después del Pleistoceno adquirieron una disposición "archipelágica"; esto significa que actualmente los bosques húmedos se distribuyen en forma de islas de hábitats donde se localizan especies y subespecies endémicas de distintos grupos taxonómicos (Cordero y Morales, 1998).

En este capítulo se presentan las regiones biológicas del estado de Puebla, agrupadas bajo criterios principalmente climatológicos (Regiones Ecológicas), biogeográficos (Provincias Biogeográficas) o vegetacionales (Ecorregiones). Enseguida se describen los tipos de vegetación del estado, así como la superficie de cada una. Por último se presentan dos estudios de caso en los que se analiza la situación de la vegetación en la Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlán y la situación de los encinos del Estado.

# REGIONALIZACIÓN BIOLÓGICA

*Gonzalo Yanes Gómez*

Se han hecho muchos intentos por clasificar el medio natural de México tomando como base criterios muy diversos. A pesar de su variedad, la mayoría de las propuestas tienen un rasgo en común: toman a los tipos de vegetación como primer criterio de clasificación (Neyra-González y Durand-Smith 1998). A medida que se aplican más criterios, las clasificaciones comienzan a diferir; sin embargo, las propuestas basadas primariamente en el criterio ecológico de la distribución de tipos de vegetación y tipos de ecosistemas coinciden en un nivel muy general en sus divisiones aún cuando se utilizan criterios de diferente índole (Cordero y Morales 1998). A continuación se refieren algunas clasificaciones de los ambientes del estado de Puebla, que ilustran su gran diversidad de ecosistemas.

## Regiones ecológicas

Esta clasificación fue propuesta por Toledo y Ordóñez (1993), quienes definen de manera muy amplia distintos tipos de hábitats terrestres, también denominados zonas ecológicas. Caracterizan así una regionalización ecológica del país cuyos objetivos son simplificar la heterogeneidad ecológica y facilitar el reconocimiento de grandes discontinuidades en el paisaje a escala nacional (Neyra-González y Durand-Smith 1998).

Esta zonificación ecológica se basa en criterios que incluyen el tipo de vegetación, el clima y aspectos biogeográficos, por lo que cada zona ecológica es la unidad de la superficie terrestre donde se encuentran conjuntos de vegetación con afinidades climáticas e historias o linajes biogeográficos comunes. Con base en lo anterior, se presentan cinco tipos de hábitats terrestres continentales o zonas ecológicas (Figura 3.1), y su cobertura en el estado de Puebla (Cuadro 3.1).

## Provincias biogeográficas y ecorregiones

Con el fin de contar con un sistema estándar de regiones naturales de utilidad práctica para la planificación y la definición de políticas de apoyo para la conservación, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con apoyo de la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) y con la participación de biogeógrafos, finalizó para México un ejercicio de regionalización ecológica y biogeográfica del cual se deriva un sistema con 19 provincias biogeográficas y 51 ecorregiones (Neyra- González y Durand-Smith 1998). De las 19 provincias biogeográficas, siete se encuentran en el estado de Puebla (Figura 3.2 y Cuadro 3.2).

En el estado de Puebla se encuentran siete ecorregiones con base en los criterios de la CONABIO y la CCA (Figura 3.3 y Cuadro 3.3).

**Cuadro 3.1** Superficie por Regiones Ecológicas del Estado de Puebla.

| Región | Superficie ha | Porcentaje |
|---|---:|---:|
| Templado subhúmedo | 1 261 328 | 37 |
| Trópico subhúmedo | 825 478 | 24 |
| Árido y semiárido | 678 597 | 20 |
| Templado húmedo | 500 902 | 15 |
| Trópico húmedo | 157 495 | 4 |
| **Total** | **3 423 800** | **100** |

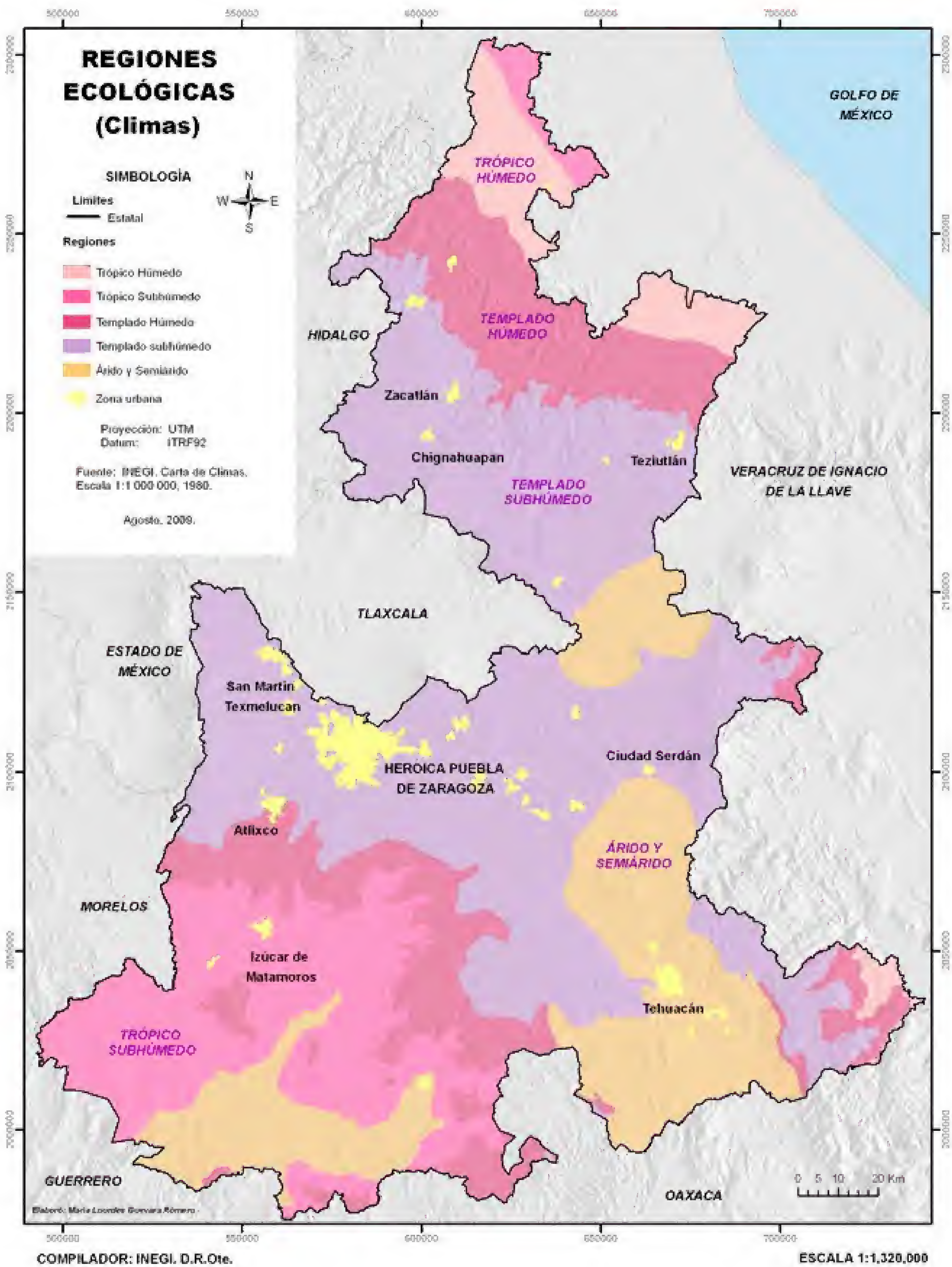



**Figura 3.1** Regiones Ecológicas del estado de Puebla.

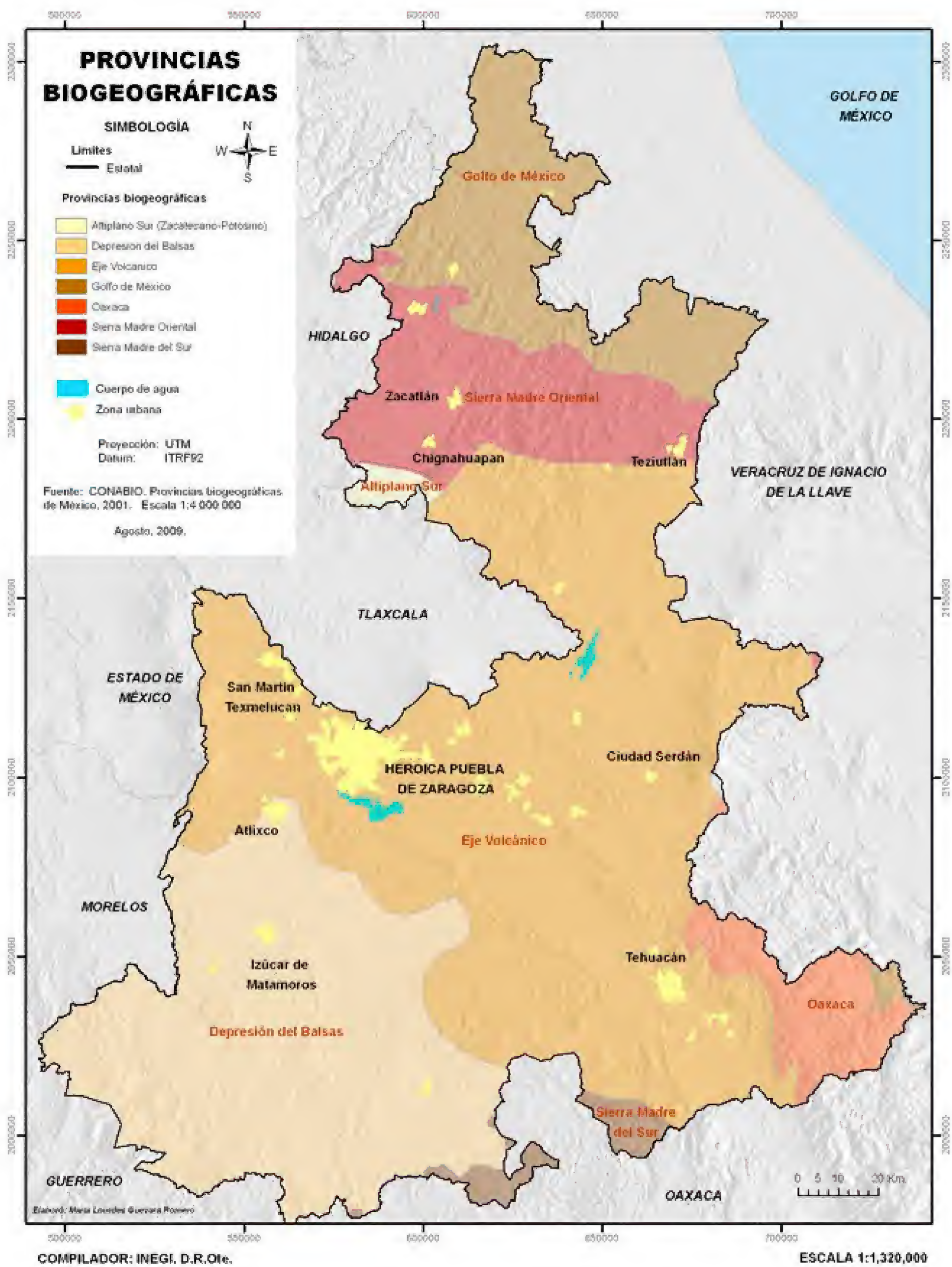



**Figura 3.2** Provincias Biogeográficas de México en Puebla.

**Cuadro 3.2** Superficie por Provincias Biogeográficas de México en Puebla.

| Provincia Biogeográfica | Superficie ha | Porcentaje |
|---|---|---|
| Eje Volcanico | 1 635 945 | 48 |
| Depresión del Balsas | 876 399 | 26 |
| Golfo de México | 362 244 | 11 |
| Sierra Madre Oriental | 338 874 | 10 |
| Oaxaca | 140 224 | 4 |
| Sierra Madre del Sur | 46 741 | 1 |
| Altiplano Sur | 23 371 | 1 |
| **Total** | **3 423 800** | **100** |

**Cuadro 3.3** Superficie por Ecorregiones de México en Puebla

| Ecorregión | Superficie ha | Porcentaje |
|---|---|---|
| 1. Sistema Neovolcánico Transversal: lomeríos y sierras con bosques de coniferas, de encinos y bosques mixtos | 1 040 111 | 30 |
| 2. Selvas cálido secas: depresión del Balsas con bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo | 1 025 749 | 30 |
| 3. Selvas cálido secas: valles y depresiones con matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio | 495 824 | 14 |
| 4. Selvas cálido húmedas: lomeríos con bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio | 305 264 | 9 |
| 5. Sierra Madre Oriental: bosques de coníferas, de encino y mixtos | 211 939 | 6 |
| 6. Sierra Madre del Sur: sierras de Guerrero y Oaxaca con bosque de coníferas, de encino y mixtos | 179 825 | 5 |
| 7. Sistema Neovolcánico Transversal: llanuras interiores y mesetas con pastizales y matorral xerófilo | 165 086 | 5 |
| **Total** | **3 423 800** | **100** |

## TIPOS DE VEGETACIÓN DE PUEBLA

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**

*Recopiló María Lourdes Guevara Romero*

El término "tipo de vegetación" se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. La cubierta vegetal se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por sus requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes (por ejemplo en su fisonomía, tamaño y desarrollo) (Neyra-González y Durand-Smith 1998). Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar

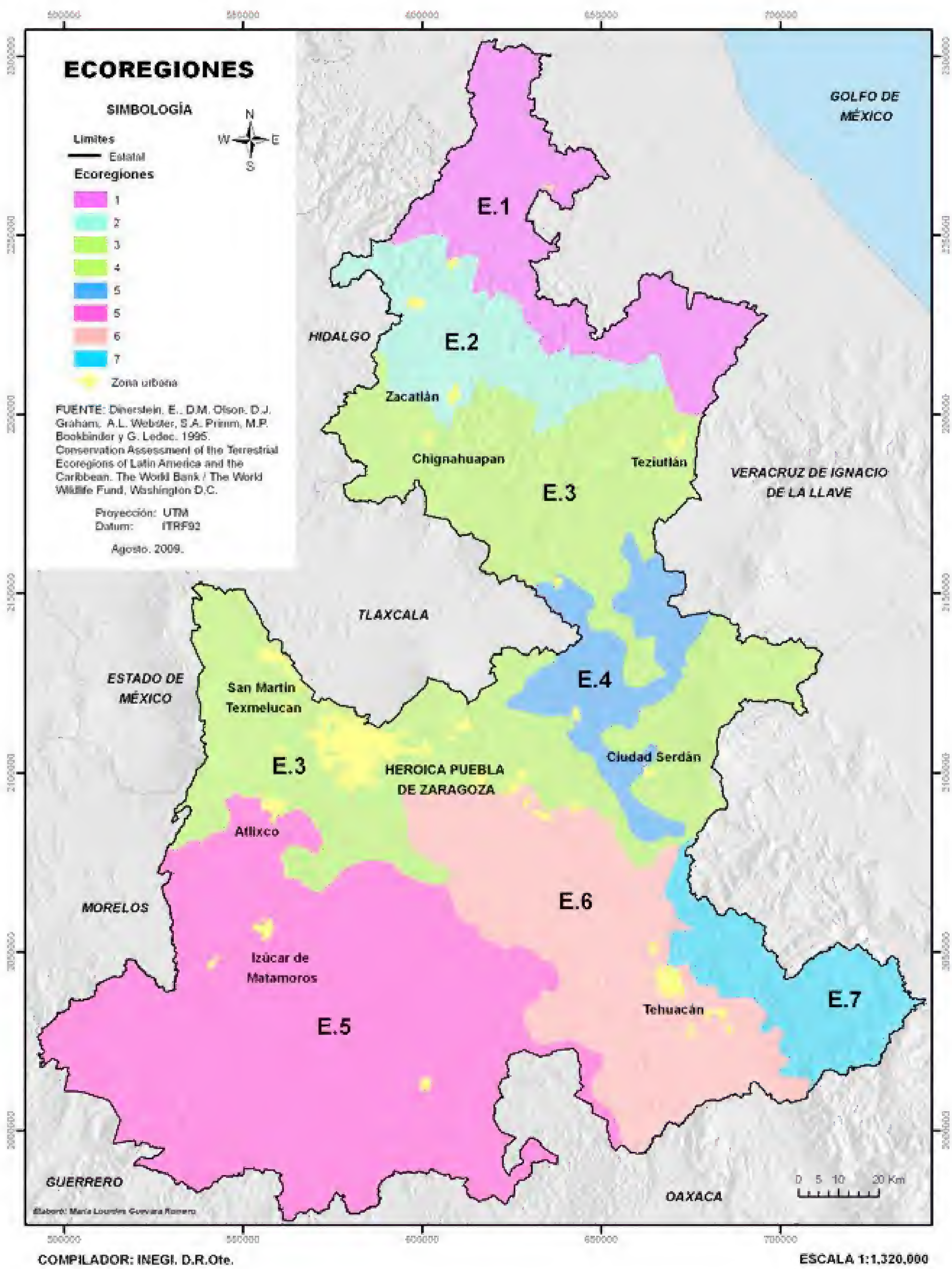



**Figura 3.3** Ecorregiones de México en Puebla

varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (o apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas.

Los tipos de vegetación en el estado de Puebla (Figura 3.4) se encuentran principalmente distribuidos en tres grandes grupos que son los bosques, selvas y matorrales; el resto se agrupa en vegetación inducida e hidrófila y por supuesto las grandes zonas agrícolas que cubren nuestro estado.

En el Cuadro 3.4 se presenta el número de hectáreas por tipo de vegetación.

## Bosques

Los bosques son vegetacion arborea, principalmente de zonas templadas y semifrías, en climas subhúmedos a muy húmedos y a veces secos. En el estado de Puebla encontramos bosques de coníferas, de encino y mesófilo de montaña.

Los bosques de coníferas se encuentran principalmente en la Sierra Norte del estado de Puebla y ocupan 327 428.83 hectáreas que corresponden al 9.7 % de la superficie total del Estado.

El bosque de encino está constituido principalmente por especies de *Quercus* (encino) y *Pinus* (pino); son bosques por lo general bajos, con troncos delgados y de crecimiento lento y ocupan el 4.89 % de la superficie total del Estado con 165 216.79 hectáreas. Se distribuye a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur.

El bosque mesófilo de montaña se encuentra en lugares con relieve accidentado, en laderas escarpadas y cañadas protegidas contra el viento y la insolación, ocupando un 2.9 % de la superficie del Estado. Las comunidades en estado primario son muy densas, donde los árboles alcanzan alturas

**Cuadro 3.4** Superficie por tipos de vegetación

| Tipos de vegetación | Superficie ha | Porcentaje |
|---|---|---|
| Agrícola-pecuaria-forestal | 1 676 634 | 48.97 |
| Selva caducifolia | 536 851 | 15.68 |
| Bosque de coníferas | 332 108 | 9.70 |
| Matorral xerófilo | 282 805 | 8.26 |
| Vegetación inducida | 233 160 | 6.81 |
| Bosque de encino | 167 423 | 4.89 |
| Bosque mesófilo de montaña | 99 290 | 2.90 |
| Selva perennifolia | 51 014 | 1.49 |
| Zona urbana | 27 048 | 0.79 |
| Sin vegetación aparente | 9 586 | 0.28 |
| Cuerpo de agua | 4 793 | 0.14 |
| Especial (otros tipos) | 1 711 | 0.05 |
| Asentamientos humanos | 1 027 | 0.03 |
| Desprovisto de vegetación | 342 | 0.01 |
| **Total** | **3 423 800** | **100.00** |

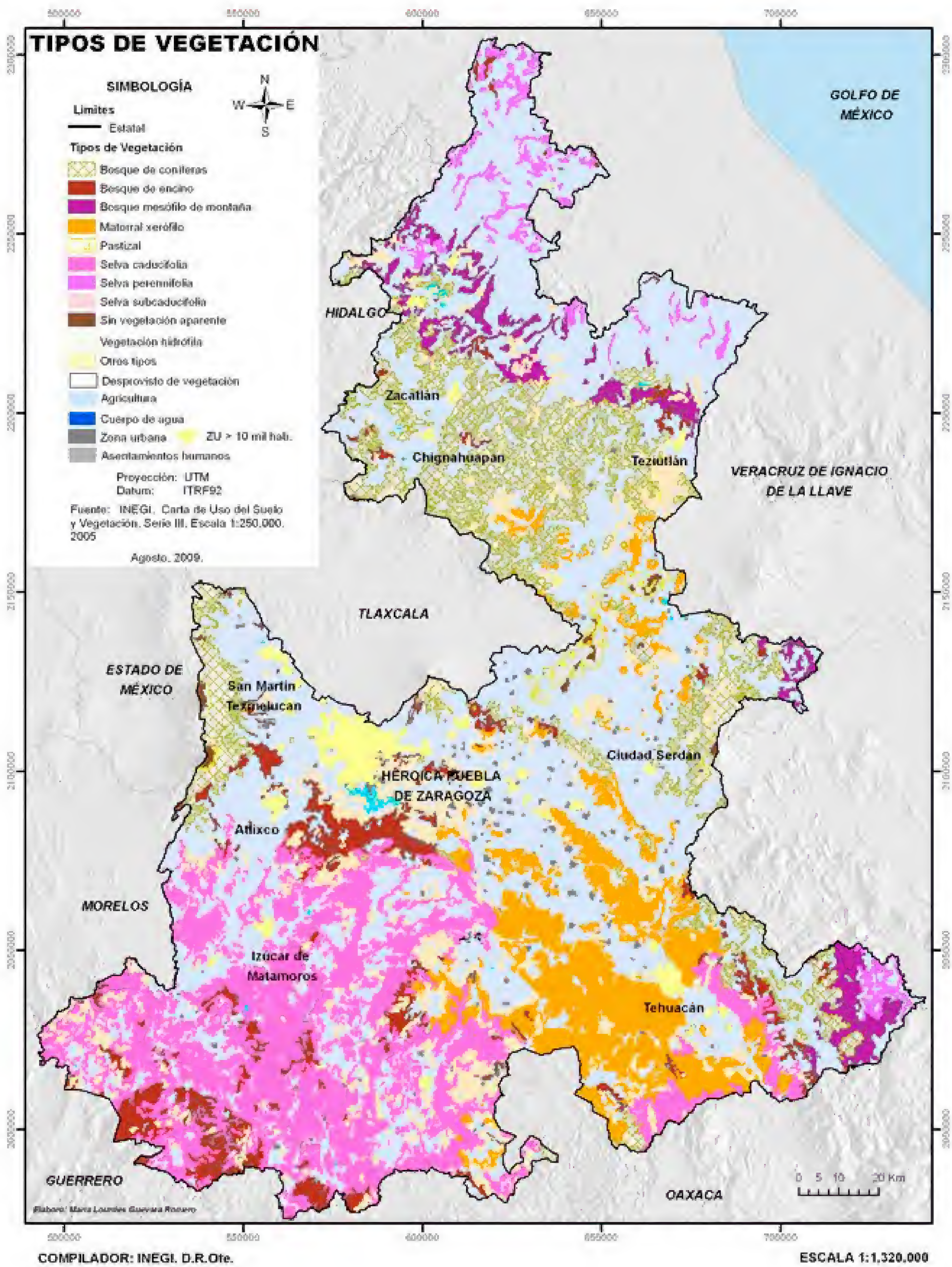



**Figura 3.4** Tipos de vegetación del Estado de Puebla

hasta de 25 m como los siguientes: *Liquidambar*, especie característica del bosque, son frecuentes además: *Quercus* (encino), *Clethra, Meliosma* y una gran gama de epífitas, especialmente orquídeas y bromeliáceas. Lo encontramos fundamentalmente en la subprovincia del Carso Huasteco, en la sierra volcánica perteneciente al Pico de Orizaba y en las laderas orientales de la sierra Mazateca.

## Matorral

El Matorral es vegetación arbustiva de altura, composición florística y densidad variable. Se encuentra generalmente en regiones áridas y semiáridas.

En el estado de Puebla lo tenemos al occidente, en el valle de Tehuacán y la Sierra Negra, ocupando un 8.26 % de la superficie del Estado y con un total de 278 724.5 ha; se desarrolla en climas de tipo semiseco muy cálidos y cálidos.

En el Valle de Tehuacán y la zona de Zapotitlán cerca de las márgenes del río Manzanas hasta el municipio de Caltepec, se establece una comunidad que crece sobre un suelo calizo y sobre laderas muy inclinadas, donde dominan las especies indicadas en el Cuadro 3.5. En altitudes de 1 850 msnm se encuentran: *Agave verchaffeltii* y *Stenocereus stellatus* acompañados por algunas especies de selva baja caducifolia.

En sitios cercanos al valle de Tehuacán, en la parte baja de las estribaciones de la sierra de Zongolica, se desarrolla una comunidad con los elementos que se muestran en el Cuadro 3.6.

Este tipo de vegetación ha sufrido fuertes alteraciones en algunos lugares debido al pastoreo desordenado, principalmente de ganado caprino, lo que ha provocado que el estrato inferior presente un marcado deterioro y una reducción en la cobertura del suelo, lo que ocasiona pérdidas importantes (INEGI, 2008).

**Cuadro 3.5** Comunidad vegetal del Valle de Tehuacán y la zona de Zapotitlán cerca de las márgenes del río Manzanas hasta el municipio de Caltepec

| **Estrato de 8 a 10 metros** | **Estrato de 3 a 6 metros** |
|---|---|
| *Pachycereus chrysomallus* | *Beaucarnea gracilis* |
| *Neobuxbaumia macrocephala* (gigante), | *Lemaireocereus hollianus* |
| *Cephalocereus hoppenstedtii* (cardón), | *Cercidium plurifoliolatum* |
| *Eysenhardtia polystachya* | *Cephalocereus chrysanthus* |
| *Bursera galeottiana* | *Yucca periculosa* |
| **Estrato de 2 metros** | *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) |
| *Dodonaea viscosa* | *Montanoa tehuacana* |
| *Fouquieria formosa* | *Tecoma stans* |
| *Salvia candicans* | **Estrato inferior de 0.1 a 0.6 metros** |
| *Jatropha spathulata* | *Pithecellobium compactum* |
| *Dasylirion lucidum* | *Agave potatorum* |
| *Echinocactus grandis* | *Ferocactus robustus* |
| | *Ferocactus nobilis* |
| | *Neomammillaria mystax* |
| | *Mammillaria viperina* |

**Cuadro 3.6** Comunidad vegetal en sitios cercanos al valle de Tehuacán, en la parte baja de las estribaciones de la sierra de Zongolica

| **Estrato de 8 a 18 metros** | **Estrato de 5 a 8 metros** (elementos pertenecientes a la selva baja) |
|---|---|
| *Neobuxbaumia macrocephala* | *Beaucarnea gracilis* (sotolín) |
| *N. mezcalensis* | *Bursera arida* (cuajiote, copal) |
| *N. tetetzo* (tetecho) | *B. galeottiana* |
| *Cephalocereus chrysanthus* | *B. hindsiana* |
| *C. hoppenstedtii* (órgano) | *Castela tortuosa* |
| *Coryphantha pallida* | *Celtis pallida* |
| *Myrtillocactus geometrizans var. grandiareolatus* (garambullo) | *Cercidium praecox* |
| | *Condalia mexicana* |
| **Estrato arbustivo de 1 a 3 metros** | *Cordia brevispicata* |
| *Opuntia* sp. (nopal) | *Croton morifolius* |
| *Hechtia* sp. (guapilla) | **Estrato de 0.5 a 1 metro** |
| *Jatropha urens* | *Acacia macracantha* |
| *Cercidium praecox* | *A. purpusii* |
| *Plumeria rubra* (cacaloxóchil) | *A. stricta* (huizaches) |
| *Euphorbia* sp. | *Opuntia decumbens* |
| *Fouquieria formosa* | *O. depressa* |
| *Karwinskia humboldtiana* | *O. pumila* (nopales) |
| *Myrtillocactus* sp. (garambullo) | *Ferocactus robustus* |
| *Malpighia galeottiana* | *Heliabravoa chende* |
| *Mimosa lacerata* | *Neomammillaria carnea* |
| *Pedilanthus afilus* | *N. elegans* |
| | *Echinocactus grandis* |

## Selvas

Las selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente de climas cálido, húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. En el estado de Puebla tenemos selvas de tipo caducifolia, perennifolia y subcaducifolia.

La selva caducifolia ocupa un 15.68 % de la superficie del estado y se localiza al sur, sobre las laderas abruptas de la Sierra Madre del Sur; abarca casi por completo la zona semiárida y subhúmeda de la Mixteca Alta, en los límites con los estados de Morelos, Guerrero y Oaxaca.

Los elementos que conforman este tipo de vegetación alcanzan hasta 10 metros de altura; la mayoría de las especies pierden su follaje durante la época seca del año, los troncos de los árboles con frecuencia son retorcidos y se ramifican a corta altura del suelo, mientras que otros presentan colores llamativos, superficies brillantes y desprenden su corteza en forma de láminas como en el caso de algunas especies de *Bursera*. La comunidad que domina en la parte oriental de la mixteca, se extiende desde la barranca de Tepemexquila en el municipio de Jalpan hasta la sierra Grande en los alrededores de Acatlán, a más de 1 600 msnm. Algunas especies reportadas para esta comunidad se indican en el Cuadro 3.7.

Una de las zonas más importantes en el Estado, debido al tipo de vegetación que ahí se desarrolla, es la región del valle de Tehuacán, situada en la parte alta de la cuenca del río Salado. Aquí se localiza una selva muy peculiar, donde la presencia de cactáceas columnares o candelabriformes influye en la fisonomía de la vegetacion (Bravo-Hollis, 1978) (Cuadro 3.8).

**Cuadro 3.7** Comunidad vegetal que domina en la parte oriental de la mixteca

| Estrato de 4 a 6 metros | Estrato de 1.5 a 3 metros | Estrato de 0.3 a 0.7 metros |
|---|---|---|
| *Ceiba* sp. (pochote) | *Bursera fagaroides* | *Hechtia* sp. |
| *Bursera* sp. | *Mimosa purpusii* | *Aristida* sp. |
| *Fouquieria formosa* (tencha) | *Mimosa* sp. | *Agave* sp. |
| *Stenocereus weberi* | *Jatropha spathulata* | *Mammillaria* sp. |
| *Beaucarnea gracilis (sotolín)* | *Opuntia* sp. (nopal) | *Sida* sp. (escobilla) |
| *Pachycereus* sp. | *Acacia cymbispina* (espino) | |

**Cuadro 3.8** Comunidad vegetal del Valle de Tehuacán

| Estrato de 15 metros | Estrato de 5 a 8 metros | Estrato de 0.5 a 2 metros |
|---|---|---|
| *Neobuxbaumia tetetzo* | *Acacia subangulata* | *Jatropha urens* |
| *N. macrocephala* (falso tetecho) especie endémica de la región | *Agave macroacantha* | *Euphorbia* sp. |
| | *A. purpusii* (huizaches) | *Fouquieria formosa* |
| *Yucca periculosa* | *Beaucarnea gracilis* | *Karwinskia humboldtiana* |
| *Myrtillocactus geometrizans var. grandiareolatus* | *Bursera arida* | *Malpighia galeottiana* |
| | *B. galeottiana* | *Mimosa lacerata* |
| | *B. hindsiana* (cuajiotes) | *Pedilanthus aphyllus* |
| | *Castela tortuosa* | *Pseudosmodingium andrieuxii* |
| | *Celtis pallida* | *Tecoma stans* |
| | *Cercidium praecox* | *Opuntia decumbens* |
| | *Condalia mexicana* | *O. depressa* |
| | *Cordia brevispicata* | *O. pilifera* |
| | *Croton morifolius* | *O. pumila* |
| | | *O. velutina* var. *velutina* (nopales) |

En general, las comunidades que se encuentran sobre pendientes accidentadas están conservadas, debido a su difícil acceso; pero en terrenos con pendientes menos abruptas, generalmente se encuentran en estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo), debido al desmonte y quemas para inducir el crecimiento de gramíneas o para realizar actividades agrícolas poco productivas. Debido a la escasez de agua, los suelos poco profundos y pedregosos son fácilmente erosionables.

La selva perennifolia se encuentra ocupando 50 131 ha correspondiente al 1.48 % de la superficie del Estado; en la actualidad este tipo de vegetación se encuentra en condición secundaria y se localiza al norte y sureste de la entidad.

En el primer caso se presenta a lo largo de la Vertiente del Golfo Norte y sobre las laderas del Carso Huasteco, mientras que en el sureste se desarrolla al oriente de la Sierra Madre del Sur, en la sierra Zongolica y noreste de la Sierra Negra, a más de 1 000 msnm. Los árboles pierden sus hojas hasta en un 30 % durante la temporada seca del año, sobresalen elementos arbóreos con alturas por encima de los 15 m, sus troncos son delgados y por lo general presentan contrafuertes; existe una gran cantidad de enredaderas y lianas.

Hacia la parte sur del Estado, desde el municipio de Eloxochitlán hasta San Sebastián Tlacotepec, esta comunidad -en estado secundario- se presenta sobre lomeríos y cañadas (Cuadro 3.9).

En el municipio de Hueytlalpan y hasta Francisco Z. Mena, donde la altitud va de los 200 metros en adelante, existen poblaciones de selva alta perennifolia en estado secundario (Cuadro 3.10).

**Cuadro 3.9** Comunidad vegetal del sur del estado

| **Estrato de 15 metros** | **Estrato de 10 metros** |
|---|---|
| *Cordia alliodora* (xochicuahuil) | *Heliocarpus appendiculatus* (jonote) |
| *Spondias mombin* (jobo) | *Cecropia obtusifolia* (guarumbo) |
| *Acacia glomerosa* (guaje silvestre) | **Estrato inferior a 2 metros** |
| *Bursera simaruba* (palo mulato) | *Miconia argentea* (texcuátl) |
| *Pouteria* sp. | *Cupania glabra* |
| *Dendropanax sp.* (tronadora) | *Vismia* sp. (palo café) |
| *Talauma mexicana* (bellota) | *Bunchosia* sp. (ioochocua) |
| *Rollinia* sp. *(chirimoya)* | *Cestrum* sp. (huele de noche) |
| **Estrato de 4 a 6 metros** | *Tabernaemontana chysocarpa* |
| *Zanthoxylum* sp. | *Verbesina* sp. |
| *Spondias mombin* (jobo) | *Piper sanctum* (hoja santa) |
| *Lonchocarpus* sp. (frijolillo) | |
| *Plumeria rubra* | |
| *Spondias* sp. | |
| *Trema micrantha* (ixpepe) | |

**Cuadro 3.10** Comunidad vegetal de Hueytlalpan y Francisco Z. Mena

| Estrato de 2.5 a 4 metros | Estrato de 1.2 metros | Estrato inferior a 0.6 metros |
|---|---|---|
| *Eugenia* sp. | *Croton niveus* | *Lippia* sp. |
| *Eupatorium odorata* | *Cnidoscolus urens* | *Senecio* sp. |
| *Solanum verbascifolium* | *Annona globiflora* | *Scleropogon uniserialis* |
| *Acacia farnesiana* | *Eupatorium* sp. | *Lantana camara* |
| *Leucaena esculenta* | *Tabernaemontana citrifolia* | *Vernonia* sp. |
| *Parmentiera edulis* (chote) | *Nectandra* sp. | |
| *Psidium edulis* (capulín) | *Cassia* sp. | |
| *Croton draco* (sangre de grado) | *Psidium sartorianum* | |
| *Guazuma ulmifolia* (guácima) | *Verbesina persicifolia* | |
| *Inga* spp. | *Eugenia* sp. | |

Este tipo de vegetación ha sido intensamente explotada, por lo que en la actualidad prevalece la vegetación secundaria arbórea y arbustiva, denominada acahual y que es resultado de un nomadismo agrícola intenso, donde los terrenos se cultivan mediante prácticas de roza-tumba-quema durante algunos años, para dejarlos descansar durante períodos largos (máximo 10 años) y posteriormente reanudar dicho uso. Como consecuencia, la vegetación se mantiene en forma casi permanente como secundaria. También es común la tala selectiva con fines forestales, para el establecimiento de cultivos permanentes de sombra como los cafetales, o para la apertura de grandes terrenos destinados al establecimiento de pastizales, cultivados o inducidos, ya que la actividad ganadera en esta región ha proliferado en gran medida (INEGI 2008).

## Agricultura

La agricultura ocupa el mayor porcentaje de superficie, ya que tiene un 48.97 % de la superficie del estado, correspondiente a 1 653 046 ha; aquí también se agrupan las actividades pecuarias forestales.

La agricultura de temporal y riego se encuentra en diversas zonas, sin embargo su máximo desarrollo lo tiene hacia la región centro-sur. En buena parte de los bosques y selvas donde las condiciones climáticas son favorables, se han establecido pastizales inducidos y en menor grado cultivados, que sostienen una ganadería no muy vigorosa; sin embargo, es aquí donde este tipo de actividad encuentra su mejor desarrollo. La agricultura nómada es de gran importancia, debido al constante crecimiento de áreas sometidas a esta práctica y se caracteriza por el alto grado de perturbación que propicia en la vegetación natural y la reducción de un gran número de comunidades, que al ser sometidas al cultivo degradan los terrenos y se mantienen en forma casi permanente a nivel de vegetación secundaria.

La explotación forestal también ha propiciado el deterioro de la vegetación y del suelo, debido a la falta de organización y planeación para el aprovechamiento de los recursos; frecuentemente se propician quemas e incendios para convertir bosques en terrenos de pastoreo o de cultivos, con rendimientos bajos y acelerando la erosión del suelo (INEGI 2008).

Estudio de caso 3.1

# Vegetación de la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán

*José Carlos Pizaña Soto y Cecilia Leticia Hernández Hernández*

En la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se identifican ocho sistemas ambientales u objetos de conservación, como se muestra a continuación:

## Bosques de cactáceas columnares

La extensión de este objeto es de 43 073.33 ha y forma parte del matorral xerófilo, en una subclasificación de matorral crasicaule, donde las especies predominantes son las cactáceas columnares. Esta asociación se compone de tales cactáceas columnares, simples, ramificadas o en forma de candelabros de dos a 15 metros de altura. También se entremezclan elementos arbóreos del bosque espinoso o selva baja.

## Bosque mesófilo de montaña

Este tipo de vegetación se establece entre los 1 000 y los 2 500 msnm. El sistema ambiental tiene una extensión de 1 391.63 ha. Se distribuye en las laderas y cañadas húmedas, forma bosques densos y el estrato principal está formado por árboles de siete a 20 metros mientras que el estrato inferior mide de 1.5 a seis metros; las epífitas y rupícolas son uno de los grupos más diversos.

## Matorral xerófilo

Este tipo de vegetación incluye el matorral crasicaule y el matorral desértico rosetófilo. En los izotales dominan especies arrosetadas de 4 m de altura como las siguientes: *Yucca periculosa, Beaucarnea stricta* y *Nolina sp. asociadas a Parkinsonia praecox, Ipomoea arborescens, Myrtillocactus geometrizans, Stenocereus stellatus* y especies de *Acacia, Mimosa* y *Opuntia*. Este objeto tiene una extensión de 122 785.29 ha y se distribuye ampliamente en las subregiones del Filo de Tierra Colorada, Tehuacán-Sierra Negra, en la Mixteca Poblana, así como en parte de la Mixteca Chazumba y la Cañada Oaxaqueña.

## Comunidades riparias

Se incluye a los carrizales que se establecen en orillas de canales o lagunetas en elevaciones de 1 000 a 2 000 msnm, sobre suelos arenosos-limosos y se componen principalmente de *Arundo donax*. También se incluye vegetación flotante y sumergida que se establece sobre suelos inundables donde se forman charcas y lagunetas. Se distribuye en la región de Cuicatlán a lo largo de todas las corrientes permanentes en la ribera del "río Grande" y sus afluentes; también se ha observado en los ríos Cañahuatal en Santiago Quiotepec, "Las Vueltas" en San Juan Bautista Atatlahuca y en el "El Sabino" en Santa María Tecomavaca. Los bosques de galerías, aunque poco representados en la reserva, se pueden considerar asociaciones vegetales con *Taxodium mucronatum, Astianthus viminalis, Parkinsonia aculeata, Vitex mollis, Baccharis salicifolia, Dodonaea viscosa, Ipomoea murucoides* y *Lantana camara*, etc. Debe considerarse además la fauna asociada, como nutria de río, peces, crustáceos, anfibios y reptiles.

## Selva baja caducifolia

Este es el objeto de conservación con mayor extensión en el ANP, aunque se circunscribe a la subregión cañada oaxaqueña y en algunas porciones del valle de Tehuacán. Está compuesta por árboles que no rebasan los 6 m de altura, aunque se

puede encontrar elementos de hasta 15 m Abarca una extensión de 187 087.02 ha.

## Bosque de coníferas y latifoliadas

Este objeto de conservación está conformado por asociaciones vegetales de pino, pino-encino, encino-pino o encinares, incluyendo a comunidades de enebro. Abarca una extensión de 99 593 ha. Los bosques de coníferas se distribuyen en grandes extensiones de la cañada oaxaqueña, principalmente en las regiones altas de la sierras Negra y Juárez, así como en la región de los Pápalos, Tepeuxila y Monte Flor, en elevaciones por arriba de los 1 000 msnm.

Este tipo de bosque puede presentar especies exclusivamente del género *Pinus* o compartir hábitats con especies del género *Quercus, Liquidambar* y *Alnus*; el estrato principal está compuesto por árboles de ocho a 20 m de altura y el estrato arbustivo puede presentar elementos de dos a cuatro metros de altura. Las epifitas no son abundantes pero es frecuente encontrar especies de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae.

Respecto de los ***Encinares***, se debe señalar que se ubican en amplias extensiones de la Mixteca baja. Aunque la composición de especies varía de acuerdo a la región, en general están conformados por árboles de 20 m de altura. Los arbustos forman estratos de dos a cinco metros de altura.

El **Bosque de Enebro** recibe diferentes nombres y corresponde a la comunidad de bosque escuamifolio o de táscate en el Inventario Nacional Forestal. Estas asociaciones se ubican en manchones relictuales en el Filo de Tierra Colorada en Puebla. Esta vegetación se distribuye entre los 1 800 y los 2 500 msnm, donde predomina el clima templado semiárido en lugares abiertos con suelos profundos o rocosos; existe un estrato arbóreo de tres a cinco metros, en tanto que el estrato herbáceo presenta variaciones florísticas, ya que se desarrolla en sitios desmontados.

El bosque de *Cupressus* que se desarrolla a mayor altitud, con mayor humedad y en sitios más fríos, constituye una variable ecológica importante que alcanza de 20 a 35 m de altura, en asociación con *Abies, Pinus* y *Quercus*.

## Refugios

Son sitios donde se ubican comunidades relictuales o especies de alto valor que por su distribución restringida, bajo número de población o condición crítica de conservación requieren de un cuidado especial. Se consideran espacios importantes para la protección de especies endémicas o que cuentan con algún status de protección como en los siguientes casos: *Ara militaris* (guacamaya verde), *Lontra longicaudis* (nutria), *Micrathene withneyii* (búho colicorto), *Dioon caputoi* (palma real), *Fouqueria purpusii* y *Beaucarnea* sp. (sotolín, pata de elefante). Hasta ahora se han identificado las siguientes especies de plantas: *Echinocactus platyacanthus, Ferocactus haematacanthus, Echeveria purpusii, E. leucotricha, E. leaui, Dahlia pachyphyla, Laelia halbingeriana, Villadia imbricada, Sedum papalotensis, S. hernandezi, Brahea nitida, Mammillaria varieculata, M. dlixantocentron, M. huitzilopochtli, M. pectinifera* y *Agave titanota*, entre otras, así como una comunidad de murciélagos en la Cueva del Obispo, Puente Colosal.

## Palmares

Se ubican en elevaciones que van de los 600 a los 2 000 msnm, en la Mixteca Alta (Coixtlahuaca y Nochixtlán) y en el Valle de Tehuacán, aunque se tienen registros en la Mixteca Chazumba y en la Mixteca Poblana, en las inmediaciones de Caltepec, Santa Ana Teloxtoc y Nopala. Cuenta con una extensión de 15 466.37 ha. Se presentan asociaciones diferentes adaptadas a climas semicálidos o templados semiáridos, sobre suelos calizos dominados por palmas de ocho a 15 metros de altura como *Brahea dulcis o B. nitida*. Es importante señalar que palmares de *Sabal mexicana* o de *Brahea dulcis* son favorecidos por la perturbación que provocan incendios periódicos (Miranda y Hernández X, 1963, Rzedowsky, 1978).

Estudio de caso 3.2

## Bosques de *Quercus* o de encinos

*Maricela Rodríguez-Acosta*

Los bosques de *Quercus* o encinares constituyen un tipo de vegetación característico de las montañas mexicanas de clima templado, frecuentemente mezclados con los bosques de Pinos u otras coníferas. Se encuentran principalmente en las zonas montañosas de México, en elevaciones desde el nivel del mar hasta 3 100 msnm, aunque el 95 % de su diversidad se encuentra concentrada en las Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur, Norte de Oaxaca, Chiapas, Baja California y en el Altiplano Mexicano, más frecuentemente en elevaciones de 1 000-3 000 msnm (Rzedowski 1978, Valencia-Avalos 2004).

A pesar de su abundancia en las zonas templadas, elementos de este género se encuentran en las zonas húmedas, cálido húmedas y áridas, con diferente geología y suelos, lo que da lugar a un número considerable de especies de porte arbóreo, arbustivo, matorral o postrado, lo que en ocasiones crea confusiones sobre su forma biológica.

En 1990 los bosques de encino ocupaban el 4.29 % de la superficie nacional, sin embargo hay que recordar que las especies integrantes del género *Quercus* se encuentran también en el bosque de coníferas, que ocupa el 8.66 %, y otros tipos de vegetación, por lo que es difícil estimar correctamente su cobertura (Rzedowski 1978, SARH 1992, Flores y Geréz 1994).

Con sus más de 150 especies (Nixon 1993) o 161 (Valencia-Avalos 2004) México es el país más diverso en el mundo, seguido por el sureste de Asia con 125 especies (Menitsky 1984 en Govaerts y Frodin 1998). Ambos son considerados centros de diversificación del género. Este número tiende a variar, pues en los últimos cuatro años se han encontrado cuatro especies nuevas para la ciencia (Valencia-Avalos, com. pers.).

En términos de conservación, los bosques de encino son muy importantes pues contienen hasta 7 000 especies de fanerógamas, de las cuales un 70 % son endémicas (Rzedowski 1992a y b), por lo que su valor biológico queda al descubierto.

El estado de Puebla tiene una superficie de 34 237 km$^2$, de los cuáles según la SAHOP (1981), tenía aproximadamente un 10 % de bosque de encino, lo que quiere decir una superficie de 3 423 km$^2$ aproximadamente. Años más tarde, el Inventario Nacional Forestal (INFGV), (SARH 1992) reportó que el 0.96 % de la superficie total conservada corresponde a Bosque de encino, es decir, 328.67 km$^2$ (Flores y Gerez 1994). Las dos cifras mencionadas muestran una diferencia diez veces más grande entre ellas o bien una gran destrucción de esta cubierta vegetal, por lo que es necesario revisar cuidadosamente la cobertura actual.

En cuanto a diversidad se refiere, Vázquez (1992) menciona para Puebla la existencia de 32 taxones y González (1993) contabiliza 55 especies, de las cuáles únicamente 41 especies han sido mencionadas en los últimos 30 años. Sin embargo, revisando el Herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y su base de datos, este número asciende a 43 taxones. Con estas cifras se pone de manifiesto que la diversidad del género Quercus en el estado lo coloca entre los 5 más ricos en el género, después de Nuevo León, Veracruz, Oaxaca y Jalisco (González 1993, Valencia-Avalos 2004, Valencia-Avalos y Nixon 2004).

En el Cuadro 3.11 se enlistan las especies de Quercus para Puebla y las Regiones Fisiográficas donde se han colectado. Aquí se puede observar que se encuentran principalmente en el Bosque de Quercus, o de Pino-Encino en zonas templadas y en partes de Bosques Húmedos Perennifolios ubicados en la Sierra Madre Oriental, donde se

han llegado a mencionar encinos hasta de 30 m de altura (*Quercus corrugata*) o matorrales arbustivos como las poblaciones de *Q. repanda* en Tetela de Ocampo, que no sobrepasan los 50 cm de altura. (Cuadro 3.11).

En particular, la Sierra Madre Oriental es la región con mayor diversidad con 29 especies, seguida del Eje Volcánico Transversal con 21 y el Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca con 15. La zona con menor diversidad es la región de la Depresión del Balsas con cuatro especies, lo que puede explicarse también por el menor número de colectas en esa zona. Cabe hacer la aclaración de que se debe realizar más trabajo en la Planicie Costera Nororiental ya que actualmente no se tienen registros de la zona.

Un hecho interesante es que la mayoría de los encinos rojos se encuentran en los bosques húmedos de la Sierra Madre Oriental, mientras que la mayoría de los encinos blancos se encuentran en las zonas secas del Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca, la Depresión del Balsas y las partes secas del Eje Volcánico Transversal. En general la proporción de encinos rojos a blancos es 1:1, lo que coincide muy bien con el patrón que los encinos tienen en México.

Como ha sido mencionado por Rzedowski (1978), los bosques de encino constituyen zonas ideales para los asentamientos humanos, hecho que ha contribuido a su explotación de una manera intensiva y destructiva. El uso de los encinos como fuente de combustible (como leña y carbón) ocurre desde hace varios siglos, lo que ha contribuido a la erosión de sus terrenos, con un efecto deletéreo del azolve sobre presas y lagos, por lo que es necesario conservarlos, restaurarlos y evitar su destrucción. El caso de la Presa de Valsequillo es un claro ejemplo de ello.

Por otra parte, los encinares están considerados como una de las zonas más ricas en diversidad y endemismos, lo que aunado a los servicios ambientales que proporciona a las regiones donde se encuentran, hace prioritaria su conservación. De aquí deriva una importante recomendación a detener el crecimiento excesivo que la zona central de Puebla está teniendo, como en el caso de la capital del estado, donde el crecimiento de la mancha urbana amenaza con destruir totalmente los bosques de encino y de encino-pino.

**Cuadro 3.11** Lista de especies del género Quercus que se encuentran en cuatro regiones fisiográficas del estado de Puebla. SMO= Sierra Madre Oriental; EVT= Eje Volcánico Transversal; DB= Depresión del Balsas y SMNO= Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca

| Especies | SMO | EVT | DB | SMNO |
|---|---|---|---|---|
| **Sección Lobatae o encinos rojos** | | | | |
| *Q. acherdophylla* Trel. | x | | | |
| *Q. acutifolia* Née | x | x | | x |
| *Q. aff. conspersa* Benth. | | x | | |
| *Q. affinis* Scheidw. | x | | | |
| *Q. candicans* Née | x | | | |
| *Q. castanea* Née | x | x | x | x |
| *Q. crassifolia* Humb. & Bonpl. | x | x | | x |
| *Q. crassipes* Humb. & Bonpl. | x | x | | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 3.11*

| Especies | SMO | EVT | DB | SMNO |
|---|---|---|---|---|
| *Q. depressa* Humb. & Bonpl. | x | | | |
| *Q. dysophyla* Benth. | x | | | x |
| *Q. eduardii* Trel. | | x | | |
| *Q. elliptica* Née | x | | | |
| *Q. hirtifolia* Vazquez, Valencia & Nixon | x | | | |
| *Q. laurina* Humb. & Bonpl. | x | x | | |
| *Q. mexicana* Humb. & Bonpl. | x | x | | x |
| *Q. sapotiifolia* Liebm. | x | | | |
| *Q. sartorii* Liebm. | x | | | |
| *Q. scytophylla* Liebm. | | | | |
| *Q.* sp. nov. | x | | | |
| *Q. trinitatis* Trel. | x | | | |
| *Q. urbanii* Trel. | | | | x |
| *Q. xalapensis* Humb. & Bonpl. | x | | | |
| **Subtotal** | **18** | **8** | **1** | **6** |

| Sección Quercus o encinos blancos | SMO | EVT | DB | SMNO |
|---|---|---|---|---|
| *Q. corrugata* Hook. | x | | | |
| *Q. deserticola* Trel. | | x | | |
| *Q. diversifolia* Née | | x | | |
| *Q. frutex* Trel. | x | x | | x |
| *Q. germana* Cham. & Schltdl. | x | | | |
| *Q. glabrescens* Benth. | x | x | | x |
| *Q. glaucoides* Mart. & Gal. | | x | x | x |
| *Q. greggii* Trel. | | x | | x |
| *Q. laeta* Liebm. | | x | | |
| *Q. lancifolia* Cham. & Schltdl. | x | | | |
| *Q. liebmannii* Oersted | | x | x | |
| *Q. magnoliifolia* Née | | x | x | |
| *Q. microphylla* Née | | x | | x |

*Continúa cuadro 3.11*

| Sección Quercus o encinos blancos | SMO | EVT | DB | SMNO |
|---|---|---|---|---|
| *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. | x | x | | x |
| *Q. oleoides* Schltdl. & Cham. | x | | | |
| *Q. polymorpha* Schltdl. & Cham. | x | | | |
| *Q. pringlei* Seem. | | | | x |
| Q. repanda Humb. & Bonpl. | x | | | |
| *Q. rugosa* Née | x | x | | x |
| *Q. sebífera* Trel. | | | | x |
| *Q. splendens* Née | | x | | |
| **Subtotal** | **11** | **13** | **3** | **9** |
| **Total** | **29** | **21** | **4** | **15** |

## CONCLUSIÓN

Puebla presenta una gran cantidad de ecosistemas y tipos de vegetación por su posición latitudinal y por su variación altitudinal. En él se encuentran representados muchos de los tipos de vegetación de México, y cinco de las 19 provincias biogeográficas del país, lo que lo convierte en un estado privilegiado en cuanto a diversidad de ecosistemas se refiere. Lamentablemente, muchos de ellos se encuentran perturbados o fuertemente degradados, lo que representa una pérdida lamentable para la región y el país. Como fuente de riqueza natural, los ecosistemas de Puebla deben ser restaurados, manejados y conservados apropiadamente en beneficio de generaciones futuras.

## LITERATURA CITADA


Bravo-Hollis, H. (1978) Las Cactáceas de México. Volumen 1, Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 743 pp.

Cordero, C. y E. Morales. 1998. Panorama de la Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. CONABIO . Manuscrito.

Flores V.O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO-UNAM. 2ª. Ed. México, D.F. 439 pp.

González R. 1993. La diversidad de los encinos mexicanos. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 44:125-142.

Govarts, R. y Frodin, D.G. 1998. World Checklist and Bibliograhy of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae) en Royal Botanical Gardens, Kew. 408 pp.

Herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. HUAP. 2008. Base de datos del Herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. BIOTICA. BUAP. Puebla.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI, 2008. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29- 179.

Neyra,G. L. y L. Durand S. 1998. Recursos Naturales: Biodiversidad, pp 62-96. In: La Diversidad Biológica de México, Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Nixon, K.C. 1993. The Genus Quercus in Mexico. In: Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot, J. Fa. Eds. Oxford Univ. Press. N.Y. Cap. 16:447-458.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. 2ª. reimpresión. 1983. México. 431 pp.

Rzedowski, J. 1992 a. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica de México In: Halffter, G. (comp.) , Acta Zoológica Mexicana, volumen especial. La Diversidad Biológica de Iberoamérica I.. Xalapa, Ver. pp. 313-335

Rzedowski, J. 1992 b. El Endemismo de la Flora Fanerogámica Mexicana: una apreciación analítica preliminar. In: Acta Zoológica Mexicana, vol. Especial. La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Halfter, G. (comp.) pp. 337-359. Xalapa. Ver.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. SAHOP. 1981. Plano de Políticas Ecológicas y Plano de Vegetación y Uso del Suelo. Escala 1:4 millones. 2 cartas. Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos. México, D.F.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. SARH 1992. Inventario Nacional Forestal de Gran Visión. México, 1991-1992. SARH-Subsecretaria Forestal, D.F.

Toledo, V.M. y M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. In: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological diversity of Mexico. Origins and distribution, Oxford University Press. Nueva York.

Valencia-Avalos, S . 2004. Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 33-53.

Valencia-Avalos, S. y K.C. Nixon. 2004. Encinos, In: A. J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México- Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World-Wildlife-Fund, México. 609 pp.

Vázquez M.L.1992. El género Quercus (Fagaceae) en el estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura, ENEP-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 246 pp.

CAPÍTULO

# 4

*Calothorax pulcheren* (colibrí) en el Parque Estatal Lázaro Cárdenas del Río (Flor del Bosque).
Foto: Oscar Villareal.

CAPÍTULO 4

# DIVERSIDAD DE ESPECIES

*COORDINADORES:*
*Lucía López Reyes*
*Moisés Graciano Carcaño Montiel*

## INTRODUCCIÓN

*Lucía López Reyes*
*y Moisés Graciano Carcaño Montiel*

Las condiciones generadas por la topografía en el estado de Puebla (ver Capítulo 2, Medio Físico) ha tenido como consecuencia una gran diversidad de especies, ubicando al estado como aportador a la diversidad Nacional ya que cuenta con 4 426 especies vegetales, 1 274 especies animales, 131 de hongos, 165 de protistas y 30 de bacterias, siendo estas últimas las menos representadas. En este capítulo se describen los grupos de organismos que han sido estudiados en el estado de Puebla, las cuales se representan tomando en cuenta sus niveles de organización celular y se dividen en: bacterias, hongos, protistas, plantas y animales. La diversidad de especies de organismos en Puebla, tanto microscópicas como macroscópicas, consecuencia de la variabilidad de hábitat, contribuye con 6 026 especies a la diversidad nacional y mundial.

La descripción de la diversidad biológica en el estado de Puebla se aprecia en los diferentes grupos de organismos recopilados por los expertos en el área, quienes los concretan en resúmenes y listados existentes en bancos de información presentes en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Colegio de Posgraduados Campus Puebla, la Universidad de las Américas Puebla, Instituto de Ecología A. C., la Universidad Veracruzana, el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, la SMNR y ONGs. Es importante resaltar que los datos presentados en este capítulo son producto de la recopilación en diferentes años de investigación.

## DIVERSIDAD DE BACTERIAS

*Lucía López-Reyes; Moisés Graciano Carcaño-Montiel;*
*Rocío Pérez-y-Terrón y Luís Ernesto Fuentes-Ramírez*

### Introducción

Los microorganismos incluidos en el grupo de las bacterias y las Archaea, conocidos como procariontes, son seres microscópicos unicelulares (generalmente desde 0.2 hasta cinco milésimas de milímetro) que no poseen en su interior organelos (núcleo, mitocondrias, aparato de Golgi, etc.) como los que tienen los eucariontes. Las bacterias tienen nucleoide, citoplasma, membrana celular, pared celular, flagelos para su movimiento, fimbria para su adhesión a superficies y pili, usados durante el intercambio de DNA con otras células bacterianas. Además del DNA cromosomal, es común la presencia de DNA denominado plasmídico y que muchas veces tiene relevancia para funciones bacterianas específicas tales como causalidad de enfermedades, degradación de compuestos tóxicos, resistencia a antibióticos, etc. Las bacterias se distinguen de las Archaea en la integración de muchos de sus componentes, incluyendo paredes celulares y membranas. Inclusive las Archaea están evolutivamente más cercanas a los eucariontes que a las mismas bacterias (Madigan *et al.* 1999; Gupta 2000).

### Diversidad

Los microorganismos incluidos en los procariontes constituyen un amplio grupo de seres vivos y, de los que hasta la década pasada se tenía una idea mínima respecto de su diversidad real. La utilización de técnicas para la investigación de bacterias no

cultivables permite reconocer que la diversidad de estos organismos es mayor de lo que se pensaba. Adicionalmente, el conocimiento de esta diversidad incrementará a medida que se exploren nuevos sitios. Con base en modelos matemáticos se ha previsto que el número de especies de procariontes en la Tierra es de aproximadamente 10 millones (Curtis *et al.* 2002), de los cuales actualmente sólo se conocen algunas decenas de miles. Los estudios sobre diversidad de especies de procariontes en ambientes del estado de Puebla se han enfocado hacia bacterias que crecen en medios de cultivo y, de éstas, algunos cuantos grupos que incluyen a bacterias de interés médico y bacterias asociadas a plantas (Cuadro 4.1).

## Bacterias en la agricultura

El conocimiento de la diversidad de microorganismos con potencial de actividad promotora de crecimiento y desarrollo de las plantas es crucial para el manejo integral de los cultivos. La mayoría de las bacterias asociadas a plantas y que han sido estudiadas en el estado, pertenecen a los grupos bacterianos α, β y γ-Proteobacteria. Con variedades de fríjol cultivadas

**Cuadro 4.1** Especies bacterianas aisladas en el estado de Puebla

| Especie | Importancia | Lugar de aislamiento | Referencia |
|---|---|---|---|
| *Aeromonas caviae* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | San Antonio Virreyes | Salas-Moras 2000 |
| *Acinetobacter calcoaceticus* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | Tenextepec | Salas-Moras 2000 |
| *Acinetobacter* sp. | Aislado de paciente | Ciudad de Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Azospirillum brasilense* | Inoculante para cebada | Cuyoaco | Rechi-Roqueñi 1992 |
| | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | López-Reyes 1996 |
| *Azospirillum lipoferum* | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | López-Reyes 1996 |
| *Azospirillum* sp. | Asociado a *Polypogon interuptus*, *Distichlis spicata* y *Juncus arcticus* | Vicencio, San José Chiapa | Priego-Rojano 1996 |
| | Asociado a teocintle | San Juan Atenco | Carcaño-Montiel *et al.* 2006 |
| | Asociado a maíz | San Juan Atenco | Vargas-Cante 2001 |
| | Asociado a maíz con actividad antifúngica | Ixtacamaxtitlan, Tehuacán, Tepeaca, Atlixco, San Martin Texmelucan | Lozano-Flores 2004, Tapia-López 2005 |
| *Burkholderia cepacia* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | Tenextepec | Salas-Moras 2000 |
| *Burkholderia gladioli* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | Equimita | Salas-Moras 2000 |
| *Burkholderia tropica* | Asociado a maíz y teocintle | Puebla | Reis *et al.* 2004 |
| *Chromobacterium violaceum* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | San Nicolás Buenos Aires | Salas-Moras 2000 |
| *Clostridium perfringens* | Agua, alimentos y muestras clínicas | Estado de Puebla | Montes de Oca 1975<br>Rodríguez-Ambriz 1990 |

*Continúa cuadro 4.1*

| Especie | Importancia | Lugar de aislamiento | Referencia |
|---|---|---|---|
| *Enterobacter cloacae* | Fosfosolubilizador asociado a maíz | Tenextepec | Salas-Moras 2000 |
| | Aislado en área hospitalaria | Ciudad de Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| | Aislado de paciente | Ciudad de Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Escherichia coli* | Aislado de paciente | Ciudad de Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Gluconacetobacter diazotrophicus* | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | Fuentes-Ramírez *et al.* 1993, Caballero-Mellado *et al.* 1995 |
| | Asociado a café | Huitzilan | Jiménez-Salgado *et al.* 1997 |
| *Klebsiella pneumoniae* | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | López-Reyes1996 |
| | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006. |
| *Klebsiella oxytoca* | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | López-Reyes 1996 |
| *Klebsiella* sp. | Asociado a teocintle | San Juan Atenco | Carcaño-Montiel *et al.* 2006 |
| | Asociado a residuos de maíz, biodegradación de pigmentos | Puebla | Elizalde-González *et al.* 2009 |
| *Listeria monocytogenes* | Agua, alimentos y muestras clinicas | Puebla | Hernández-Farfan y García-Escalante, 1997 |
| *Micrococcus* sp. | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| *Pantoea ananatis* | Aislado de maíz | Puebla | Pérez y Terrón *et al.* 2009 |
| *Pseudomonas aeruginosa* | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| | Aislado de paciente | Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Pseudomonas fluorescens* | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| | Aislado de paciente | Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Pseudomonas* sp. | Fosfosolubilizador asociado a maíz | Puebla | Salas-Moras 2000 |
| *Raoultella planticola* | Asociado a caña de azúcar | Atencingo | López-Reyes1996 |
| *Rhizobium leguminosarum* | Fijación de nitrógeno en frijol | Estado de Puebla | Piñero *et al.* 1988 |
| *Rhizobium etli* | Asociación frijol-maíz | San Pedro Cholula | Gutiérrez-Zamora y Martínez-Romero 2001 |
| | Fijación de nitrógeno en frijol | San Miguel Acuexcomac | Silva *et al.* 1999; Silva *et al.* 2003 |
| | Fijación de nitrógeno en ayocote | San Miguel Acuexcomac | Silva *et al.* 1999; Silva *et al.* 2003 |
| *Rhizobium gallicum* | Fijación de nitrógeno | San Miguel Acuexcomac | Silva *et al.* 1999; Silva *et al.* 2003 |

*Continúa cuadro 4.1*

| Especie | Importancia | Lugar de aislamiento | Referencia |
|---|---|---|---|
| *Salmonella* sp. | Agua, alimentos y muestras clínicas | Puebla | Montes de Oca 1975<br>Rodríguez-Ambriz 1990 |
| *Staphylococcus aureus* | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| | Aislado de paciente | Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Staphylococcus epidermidis* | Aislado en área hospitalaria | Puebla | Salazar-Hernández 2006 |
| | Aislado de paciente | Puebla | Díaz-Muñoz 2007 |
| *Staphylococcus* sp. | Agua, alimentos y muestras clínicas | Puebla | Montes de Oca 1975;<br>Rodríguez-Ambriz 1990 |

*Revisado con base en: Garrity, G.M.; Bell, J.A. & T.G. Lilburn. 2004. Taxonomic Outline of the Prokaryotes Release 5.0 Bergeys Manual of Systematic Bacteriology, 2nd Ed. http://www.bergeys.org/outlines/bergeysoutline_5_2004.pdf*

en Puebla se forman asociaciones simbióticas con diversos genotipos de las especies *Rhizobium leguminosarum var. phaseoli* (Piñero *et al.* 1988), *R. etli* (Silva *et al.* 1999; Silva *et al.* 2003) y *R. gallicum* (Silva *et al.* 2003), aunque ésta última se ha encontrado solamente en *Phaseolus vulgaris*. Las poblaciones de las especies *R. etli* y de *R. gallicum* que colonizan al fríjol en San Miguel Acuexcomac mantienen intercambio genético solo con individuos de su misma especie (Silva *et al.* 2003). Estas asociaciones, en condiciones de baja fertilización nitrogenada, podrían resultar benéficas para los cultivos. En campos tradicionales de milpa de Puebla con cultivo simultaneo de maíz y distintas razas de fríjol ha sido posible encontrar a *Rhizobium etli asociada* con ambas plantas (Gutierrez-Zamora y Martinez-Romero 2001).

En el estado de Puebla, un grupo de bacterias de importancia agrícola han sido aisladas y caracterizadas como *Azospirillum brasilense* (Figura 4.1) asociadas al rizoplano y raíz estéril de plantas de cebada de la región de Xonacatlán, municipio de Cuyoaco. Se utilizaron como inoculante para el cultivo de cebada (Rechi-Roqueñi 1992).

López-Reyes (1996) al realizar un estudio de diversidad genética de bacterias de los géneros *Azospirillum* sp. y *Klebsiella* sp. asociadas a la raíz

**Figura 4.1** Bacteria fijadora de nitrógeno del género *Azospirillum* (Foto: Moisés Carcaño Montiel).

e interior de tallos de caña de azúcar de la región cañera de Atencingo, Puebla, encontró *Azospirillum brasilense, Azospirillum lipoferum, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella oxytoca, Klebsiella* spp. y *Raoultella planticola*.

Priego-Rojano (1996) aisló bacterias del género *Azospirillum* sp. a partir de plantas de *Polypogon interuptus, Distichlis spicata* y *Juncus arcticus* de suelos salinos del municipio de San José Chiapa, que presentaron fijación de nitrógeno, actividad pectinolítica y producción de sideróforos.

Osorio-Tepeyahuitl (1998) y Carcaño-Montiel *et al.* (2006) aislaron bacterias del género *Azospirillum* sp. y *Klebsiella* sp. asociadas a la rizosfera, rizoplano tallo y semilla de plantas de teocintle de la región de San Juan Atenco, encontrando que las semillas pueden funcionar como un sistema de dispersión de microorganismos. Salas-Moras (2000), en un estudio de bacterias solubilizadoras de fosfatos asociadas a plantas de maíz en diferentes regiones edafoclimáticas del estado, identificó a *Burkholderia cepacia, Enterobacter cloacae, Acinetobacter calcoaceticus, Burkholderia gladioli, Pseudomonas* sp., *Chromobacterium violaceum* (Figura 4.2) y *Aeromonas punctata* como bacterias solubilizadoras de diferentes fuentes de fosfatos con potencial biotecnológico.

Vargas-Cante (2001) al realizar estudios de diversidad genética, aisló bacterias del género *Azospirillum* sp. asociado al sistema suelo-planta de maíz híbrido cultivado en la región de San Juan Atenco . En otro trabajo realizado por Lozano-Flores (2004) se aislaron bacterias del género *Azospirillum* sp. a partir de maíces procedentes de Ixtacamaxtitlan, Tehuacán, Tepeaca, Atlixco y San Martín Texmelucan. Las bacterias aisladas mostraron actividad antifúngica contra hongos colonizadores de semillas de maíz.

Tapia-López (2005) observó la influencia que tiene la *Azospirillum* sp. en el mantenimiento sustentable del agroecosistema de teocintle (*Zea mays L.* sp. *mexicana*): las plantas de teocintle se encontraron libres de hongos fitopatógenos donde se aplicó la bacteria.

Otra bacteria de importancia en la agricultura es la *Gluconacetobacter diazotrophicus* (antes nombrada como *Acetobacter diazotrophicus*) es una acetobacteria fijadora de nitrógeno que desde hace mas de diez años fue aislada a partir de caña de azúcar cultivada en el estado de Puebla (Fuentes-Ramírez *et al.* 1993). Posiblemente a causa de altas dosis de fertilización nitrogenada, esta bacteria asociada a caña de azúcar y de cafetales en Puebla muestra una escasa diversidad genética (Caballero Mellado y Martínez-Romero, 1994; Caballero Mellado *et al.* 1995; Jiménez-Salgado *et al.* 1997). Se ha observado que a medida que se incrementa la cantidad de nitrógeno disponible disminuye la cantidad de células de *G. diazotrophicus* en los cultivos de caña (Fuentes-Ramírez *et al.* 1999). Por otra parte, en rizosfera de maíz y de teocintle de Puebla se ha detectado la especie fijadora de nitrógeno *Burkholderia tropica* (β-Proteo-

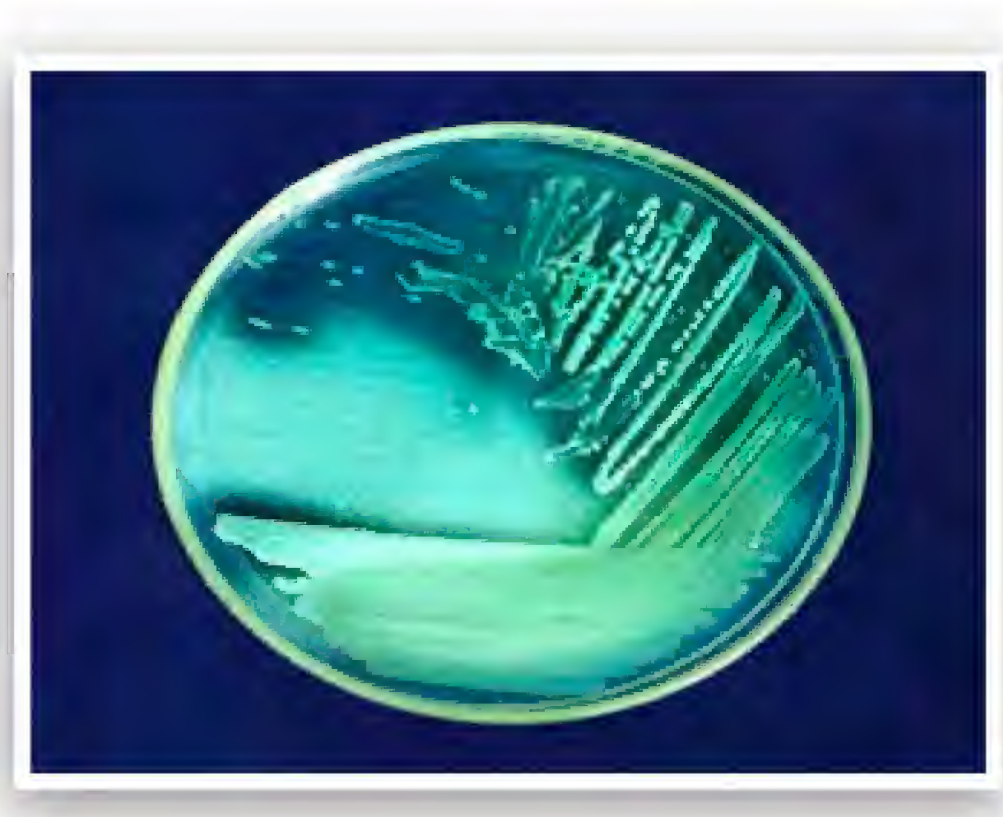


**Figura 4.2** Bacteria solubilizadora de fósfatos del género *Chromobacterium* (Foto: Moisés Carcaño Montiel).

bacteria) (Reis *et al.* 2004). Dentro de la división γ-Proteobacteria y colonizando subproductos de maíz, se ha encontrado *Klebsiella* sp., con la característica de participar en la biodegradación de ciertos pigmentos usados por diversas industrias. Por otro lado, se ha reportado por primera vez en el país la presencia de la especie *Pantoea ananatis*, aislado de plantas de maíz en el estado de Puebla, como un microorganismo patógeno que provoca la enfermedad de la mancha de la hoja (Pérez-y-Terrón *et al*, 2009).

### Bacterias de importancia médica

Respecto a las bacterias de interés médico, se han estudiado las siguientes: *Enterobacter cloacae, Klebsiella pneumoniae, Micrococcus, Pseudomonas aeruginosa, Pseudomonas fluorescens, Staphylococcus epidermidis*, consideradas como patógenos de superficies vivas e inertes de quirófano y en unidades de cuidados intensivos de hospitales generales en Cholula y la ciudad de Puebla (Salazar-Hernández 2006).

También se ha encontrado *Acinetobacter* sp., *Enterobacter cloacae, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Pseudomonas fluorescens, Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* en hemocultivos centrales y periféricos de los servicios de pediatría del Hospital Universitario de Puebla (Díaz-Muñoz, 2007). Diferentes especies de *Salmonella* (Montes de Oca, 1975; Rodríguez-Ambriz 1990) *Staphylococcus* (Hernández-López 1984), *Clostridium perfringens* (Torres-Tejeda 1991), *Listeria monocytogenes* (Hernández-Farfan y García-Escalante 1997) han sido encontradas en aguas superficiales, muestras clínicas y humanas, así como de productos cárnicos y quesos frescos no pasteurizados de la ciudad de Puebla.

### Conclusión

Diversos grupos del Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas (CICM) y la Facultad de Ciencias Químicas y Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, están estudiando distintos grupos de procariontes, entre los que se incluyen bacterias de interés clínico como las siguientes: *Pseudomonas, Haemophilus, Mycoplasma, Brucella,* biovares patógenos *de Escherichia coli* y *Yersinia pseudotuberculosis*. Por su interés biotecnológico en el CICM se estudia a *Bacillus thuringiensis* y *Azotobacter vinelandii*, así como a bacterias asociadas a plantas y procariontes de ambientes extremos, por ejemplo, especies de las familias Acetobacteraceae, Enterobacteriaceae, Methylobacteriaceae, especies de los grupos de Rhizobia, así como distintas actinobacterias. Dentro del área de fitoremediación de suelos contaminados con hidrocarburos se estudia a *Serratia* y *Azospirillum*, además de *Pseudomonas* y *Stenotrophomonas* para control biológico de enfermedades en plantas. En el CICM se están desarrollando estudios directamente encaminados al estudio de diversidad bacteriana utilizando el enfoque no cultivable, lo que permitirá el conocimiento de especies y grupos bacterianos difíciles de cultivar y por lo mismo no contemplados en estudios previos. Por ello, se espera que en un futuro próximo estos trabajos se publiquen en revistas arbitradas, ampliando la diversidad conocida de procariontes.

Actualmente, se reportan en el mundo 4 800 géneros bacterianos y se estima que hay de uno a tres millones. Sarukhan *et al.* (2009) reportan 265 géneros y seis subespecies o variedades. En Puebla se han reportado 21 géneros bacterianos con 22 especies, tanto de importancia agrícola como médica.

## DIVERSIDAD DE HONGOS

*Rosario Medel Ortíz, Alejandra Espinosa Texis, Patricia Sánchez Alonso, Omar Romero Arenas y Lucía López Reyes*

### Introducción

Los hongos son un grupo heterogéneo de organismos que poseen núcleo, pared celular, se nutren por absorción y pueden estar formados por una sola célula o varias. Su reproducción puede ser sexual y asexual y están representados por levaduras, mohos y hongos verdaderos como normalmente los conocemos; también pueden observarse a simple vista o con ayuda del microscopio; no son capaces de fotosintetizar por

lo que se nutren por absorción; necesitan de sustratos para crecer. Debido a que se dispersan a través de esporas, las que generalmente son acarredas por el viento, los hongos pueden colonizar casi cualquier sustrato y habitar en cualquier ecosistema, son capaces de vivir libremente o en forma parásita creciendo dentro o sobre otros organismos (Hernández 2008). Son el grupo de organismos más numeroso después de los insectos y por poseer quitina en su pared celular, están más relacionados con los animales que con las plantas. Su impacto en el medio ambiente es muy importante (Hawksworth 1991), ya que son los degradadores de materia orgánica por excelencia junto con las bacterias del suelo. Se calcula que existen alrededor de 70 000 especies de hongos en el mundo, de las que se estima 12 000 se encuentran en México (Sarukhán *et al.* 2009); en contraste con esta cifra, Guzmán (l998) estimó una diversidad de 200 000 especies fungicas para el país. En la actualidad se han citado aproximadamente 7 000 especies de hongos en la República Mexicana (Sarukhán *et al.* 2009), de las cuales se refirieron 97 especies estudiadas para el estado de Puebla, aunque el número podría variar ya que seguramente se ha estudiado otras especies en diferentes ambientes. En el grupo descrito en este capítulo, se aborda a los hongos estudiados en el estado de Puebla desde diferentes puntos de vista, incluyendo su diversidad, los usos, la importancia industrial, los de efecto alucinógeno y de interés médico así como los que se usan como comestibles y los parásitos de plantas y animales incluyendo al hombre.

## Diversidad de hongos. Chichilnanacat y hongos relacionados. Los Ascomicetes

Los hongos ascomicetes se llaman así porque sus esporas (estructuras reproductivas) se producen en "saquitos" llamados ascas. Es un grupo diverso e importante que habita cualquier tipo de vegetación y coloniza casi cualquier sustrato, así que hay ascomicetes saprobios (crecen sobre sustratos), parásitos (que viven de otro organismo) o simbiontes (asociados a otros para beneficio mutuo). En este grupo existen especies de importancia forestal, fitopatológica, industrial y comestibles, por citar algunos usos.

Las primeras citas de ascomicetes para Puebla corresponde a Herrera y Guzmán (l961) y Welden y Lemke (1961), pero fue el trabajo de Martínez-Alfaro *et al.* (l983) uno de los más completos realizados en la entidad pues citó 158 especies de hongos de los cuales 18 eran ascomicetes. Otros trabajos que han mencionado especies pueden ser consultados al final del Cuadro 4.2, donde se presenta la lista de especies citadas, ficha bibliográfica y sustrato donde crecen. En total son 38 especies que pertenecen a ocho órdenes que

**Cuadro 4.2** Especies de Ascomicetes citados de Puebla

| Especies | Cita | S |
|---|---|---|
| **Diaporthales*** | | |
| *Diaporthe macrospora* Wehmeyer | Welden y Lemke 1961 | L |
| **Eurotiales** | | |
| *Elaphomyces muricatus* Fr. | Trappe *et al.* 1979 | H |
| **Helotiales** | | |
| *Geoglossum atropurpureum* (Batsch.) Pers. =*Microglossum atropurpureum* (Batsch.) P. Karst. Leotia lubrica (Scop.) Pers. | Medel y Calonge 2004 | T |
| *Leotia lubrica* (Scop.) Pers. | Chacón y Guzmán 1983 | H |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.2*

| Especies | Cita | S |
|---|---|---|
| **Hypocreales** | | |
| *Apiocrea hyalina* (Schwein.) Syd. & P. Syd. = *Hypomyces hyalinus* (Schwein.) Tul. & C. Tul. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | Fun |
| *Cordyceps capitata* (Holmsk.) Link | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | Ent |
| *Hypomyces lactifluorum* (Schwein.) Tul. & C. Tul. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | Fun, Com |
| *H. macrosporus Seaver* | Pérez-Silva *et al.* 1983 | Fun |
| **Pezizales** | | |
| *Cookeina tricholoma* (Mont.) Kuntze | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Helvella crispa* (Scop.) Fr. | Herrera y Guzmán 1961, Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | H |
| *H. lacunosa* Afzel. | Medel y Calonge 2004 | H |
| *H. villosa* (Hedw. ex Kuntze) Diss. & Nannf. | Medel y Calonge 2004 | H |
| *H. macropus* (Pers.) P. Karst. =*Macropodia macropus* (Pers.) Fuckel | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | H |
| *Otidea onotica* (Pers.) Fuckel | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | H |
| *Phillipsia gigantea* Seaver | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Rhizina undulata* Fr. | Chacón y Guzmán 1983 | H |
| *Sarcoscypha coccinea* (Jacq.) Sacc. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt. | Herrera y Guzmán 1961 | H |
| *Urnula craterium* (Schwein.) Fr. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | H |
| **Pleosporales** | | |
| *Sporormiella teretispora* S.I. Ahmed & Cain ex J.C. Krug | Ahmed y Cain 1972 | Fi |
| **Sordariales** | | |
| *Schizothecium miniglutinans* (Mirza & Cain) N. Lundq. =*Podospora miniglutinans* Mirza & Cain | Mirza y Cain 1969 | Fi |
| *Podospora pistillata* Mirza & Cain | Mirza y Cain 1969 | Fi |

*(Continúa)*

incluyen 26 géneros, esta cifra de acuerdo a los dos últimos inventarios de ascomicetes en México (Medel *et al.* 1999 y Medel 2007). La mayoría de las especies citadas crecían sobre madera (20), humus (10), sobre hongos o excremento de diversos animales (seis), sobre suelo o insectos (una especie cada uno). Cuatro especies son comestibles, la más popular, *Hypomyces lactifluorum* (ascomicete parásito de otros hongos), y se conoce con el nombre de *Chichilnanacat* en el mercado de Zacapoaxtla (Figura 4.3).

Existe desconocimiento de la diversidad de estos hongos en el Estado (Figura 4.4 y 4.5), pues debido a la fisiografía y a los tipos de vegetación presentes, es probable que existan en gran número. Atención especial merece la zona de Tehuacán-Cuicatlán, donde abunda el matorral xerófilo, vegetación poco

*Continúa cuadro 4.2*

| Especies | Cita | S |
|---|---|---|
| **Xylariales** | | |
| *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *D. vernicosa* (Schwein.) Ces. & De Not. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Endoxylina tehuacanensis* Chacón | Chacón 2002 | L |
| *Hypoxylon nummularium* var. australe (Cooke) J.H. Mill. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *H. rubiginosum* (Pers.) Fr. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Annulohypoxylon thouarsianum* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh =*Hypoxylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *Phylacia globosa* Lév. | Pérez-Silva 1972 | L |
| *P. poculiformis* (Mont.) Mont. | Pérez-Silva 1972 | L |
| *P. turbinata* (Berk.) Dennis | Pérez-Silva 1972 | L |
| *Poroleprieuria rogersii* M.C. González, Hanlin, Ulloa & Elv. Aguirre | González *et al.* 2004 | L |
| *Poronia oedipus* (Mont.) Mont. | Pérez-Silva 1970 | L |
| *Xylaria cubensis* (Mont.) Fr. | Pérez-Silva 1970, Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *X. grammica* (Mont.) Mont. | Pérez-Silva 1975 | L |
| *X. hypoxylon* (L.) Grev. | Pérez-Silva 1975 | L |
| *X. multiplex* (Kunze) Fr. | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |
| *X. pallida* Berk. & Cooke | Martínez-Alfaro *et al.* 1983 | L |

** Clasificación taxonómica de acuerdo al index fungorum (http://www.indexfungorum.org)*
*Leyendas: **S**= Sustratos. **Com**= comestible; **E**= entomopatógeno; **Fi**= fimicola; **Fu**= fungícola; **H**=humícola; **L**= lignícola;**T**= terrícola.*

o nada explorada en el país respecto a los hongos. De las especies conocidas ninguna se encuentra adscrita a la NOM-059-SEMARNAT-2001, no se tienen datos sobre conservación y muy pocos sobre su uso. Tampoco existen datos sobre el papel que hombres y mujeres desarrollan en la conservación de estos hongos o su uso, de tal manera que es urgente incrementar el número de especies conocidas mediante inventarios regionales ya que la pérdida inminente de los bosques especialmente el mesófilo de montaña para cambiarlo por tierras de cultivo, pone en peligro las especies de hongos y otros organismos, dificultando su monitoreo.

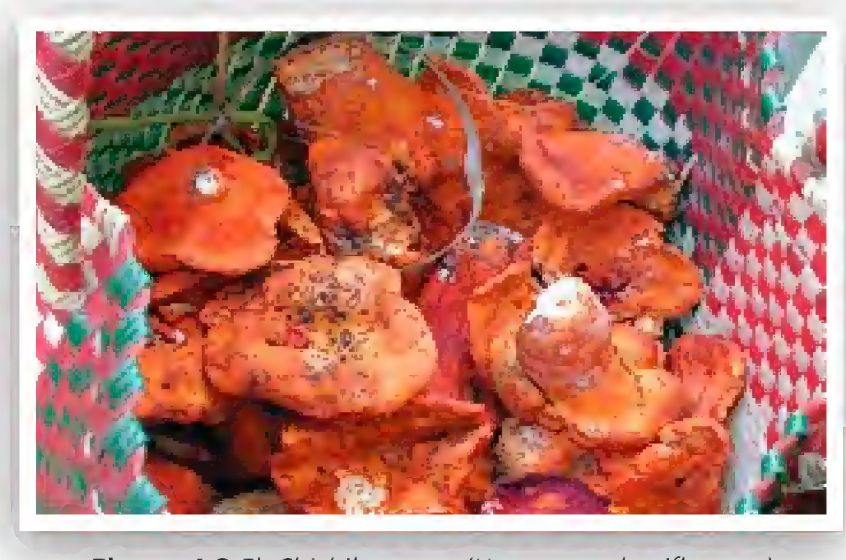


**Figura 4.3** El *Chichilnanacat (Hypomyces lactifluorum)* es una especie muy apreciada en Puebla y otros estados, y se vende en el mercado de Zacapoaxtla (Foto: A. López).

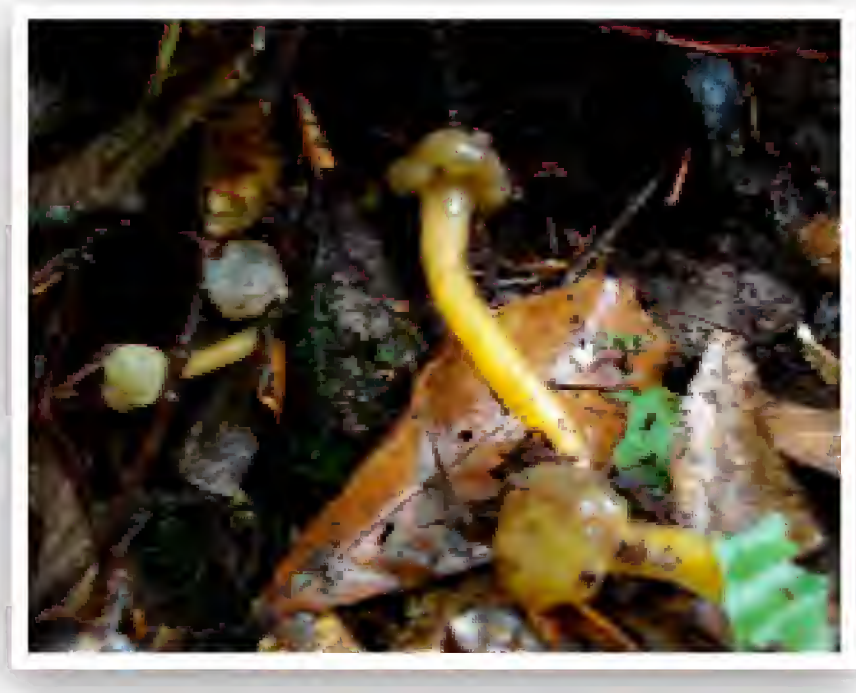


**Figura 4.4** *Leotia lubrica* es una especie que crece sobre el humus, en la zona de Teziutlán (Foto: Rosario Medel).

**Figura 4.5** Ejemplar maduro de *Sarcosphaera coronaria*, especie citada como comestible; en etapas juveniles recibe el nombre de "calaveritas" y es común en los bosques de pino (Foto: Rosario Medel).

## Importancia y usos de los hongos en Puebla

### Importancia alimenticia (hongos comestibles en el estado de Puebla).

La distribución geográfica de los hongos comestibles comprende todo el ámbito nacional, disponiendo de información documentada en 28 entidades federativas, siendo Puebla, el Estado de México, Veracruz, Michoacán y Oaxaca parte importante de estas entidades (Villarreal, 1995). La producción de hongos comestibles representa una alternativa accesible para incrementar la producción de alimentos con alto valor protéico; más del 40 % de los municipios del estado de Puebla producen hongos comestibles como *Agaricus bisporus* (champiñón), *Pleorotus ostreatus* (seta) y *Lentinula edodes* (shiitake). Sin embargo la mayoría de los productores utilizan cepas de origen exótico y solo algunos aprovechan el potencial nativo de cepas silvestres de sus localidades. En este sentido, el Colegio de Postgraduados (COLPOS), *Campus* Puebla, ha iniciado el establecimiento de un Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) a partir del 2004, con los objetivos de mantener y conservar el germoplasma nativo procedente de diversas regiones del país dónde se incluye a Puebla (Cuadro 4.3), caracterizar el germoplasma nativo a nivel molecular, principalmente el correspondiente al champiñón (*Agaricus*), las setas (*Pleurotus*) y Shitake (*Lentinula*), generando bases de datos asociadas a la procedencia y a la producción de hongos y el establecimiento de un programa de mejoramiento genético para desarrollar una nueva generación de cepas nativas comerciales de hongos comestibles en Puebla y otras regiones del País, a fin de fortalecer la producción rural y comercial de hongos comestibles (Sobal *et al.* 2007).

El número exacto de especies nativas de hongos comestibles en el estado de Puebla se desconoce; existen trabajos que citan 38 especies provenientes de San Salvador El Verde y San Martín Texmelucan, así como los nombres comunes conocidos por los pobladores de la localidad como "orejas", "San juanero", "pancita", "azules" (Pellicer-González *et al.* 2002, Pérez-Moreno *et al.* 2008); algunas de estas especies se han vuelto raras en lugares como San Andrés Calpan (Blanca Guerrero com. pers.), debido a la recolección masiva. A la fecha no existe un catálogo que mencione la totalidad de especies que existen en el estado de Puebla ni su uso.

Otra especie que se colecta frecuentemente es el huitlacoche *Ustilago maydis*, conocido por las agallas grises que provoca en el elote y algunas veces en hoja, tallo y flor. Aunque la especie es patógena de maíz a nivel mundial, en México se recolecta para consumo humano. Es un hongo que se puede aislar prácticamente de todos los municipios del estado de

**Cuadro 4.3** Cepas nativas de hongos comestibles del estado de Puebla que se conservan en el Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Fuente: Sobal *et al.* 2007.

| Especie | Estado | Cantidad | Código |
|---|---|---|---|
| *Agaricus abruptibulbus* Peck | Puebla | 3 | CP-87, CP-138, CP-139 |
| *A. bisporus var. bisporus* (J.E. Lange) Pilát | Puebla | 1 | CP-124 |
| *A. bitorquis* (Quél.) Sacc. | Puebla | 7 | CP-84, CP-85, CP-127, CP-128, CP-129, CP-130, CP-131 |
| *A. campestris* var. campestris L. | Puebla | 1 | CP-54 |
| *A. hortensis* (Cooke) Pilát | Puebla | 1 | CP-74 |
| *A. osecanus* Pilát | Puebla | 2 | CP-83, CP-125 |
| *A. subrufescens* Peck | Puebla | 1 | CP-123 |
| *Agaricus* spp. | Puebla | 23 | CP-55, CP-81, CP-115, CP-119, CP-144, CP-146, CP-147, CP-150, CP-152, CP-167, CP-231, CP-232, CP-236, CP-237, CP-238, CP-243, CP-244, CP-251, CP-274, CP-276, CP-278, CP-279, CP-280 |
| *Calvatia* spp. | Puebla | 4 | CP-35, CP-104, CP-112, CP-114 |
| *Coprinopsis* spp. | Puebla | 1 | CP-250 |
| *Ganoderma* spp. | Puebla | 1 | CP-205 |
| *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn | Puebla | 11 | CP-120, CP-141, CP-304, CP-305, CP-306, CP-307, CP-308, CP-309, CP-310, CP-311, CP-312 |
| *P. levis* (Berk. & M.A. Curtis) Singer | Puebla | 1 | CP-30 |
| *Pleurotus* spp. | Puebla | 1 | CP-166 |
| *Stropharia* spp. | Puebla | 1 | CP-107 |
| *Volvariella* spp. | Puebla | 1 | CP-229 |

Puebla, aunque se ha reportado formalmente en los municipios de Acajete, Calpan y San Martín Texmelucan, entre otros (Fuentes-Hernández 2004).

Los hongos comestibles de los géneros *Agaricus, Armillaria, Auricularia, Calvatia, Coprinopsis, Ganoderma, Laetiporus, Lentinula, Neolentinus, Pleurotus, Stropharia* y *Volvariella* se localizan en diversas regiones del estado (Cuadro 4.3). En el género *Agaricus* se han identificado tentativamente ocho especies, así como el género *Pleurotus*. El cultivo de champiñón (*Agaricus bisporus*) se encuentra distribuido en 41 municipios del estado; el del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*) se encuentra con una cobertura mayor, ocupando 90 municipios del estado, y el cultivo de shiitake (*Lentinula edodes*) en dos municipios, como se muestra en la figura 4.6 (SDR 2007).

De las especies de hongos macroscópicos utilizados en la medicina tradicional se han identificado en el estado de Puebla las siguientes: colador del brujo (*Clathrus crispus*), señorita o clitocibe embudado (*Clitocybe gibba*), pechuga de aile o kawarataque (*Coriolus versicolor*), velo de novia (*Dictyophora indusiata*) y estrella de tierra (*Geastrum saccatum*) que se usan en diferentes padecimientos como conjuntivitis, granos, verrugas y cáncer entre otros padecimientos, como se reportan en el Cuadro 4.4

## Importancia fitopatógena

Dentro del grupo de los hongos se encuentran los que se consideran fitopatógenos, que se caracterizan por causar enfermedades a las plantas; se trata principalmente de los Ascomicetos (definidos

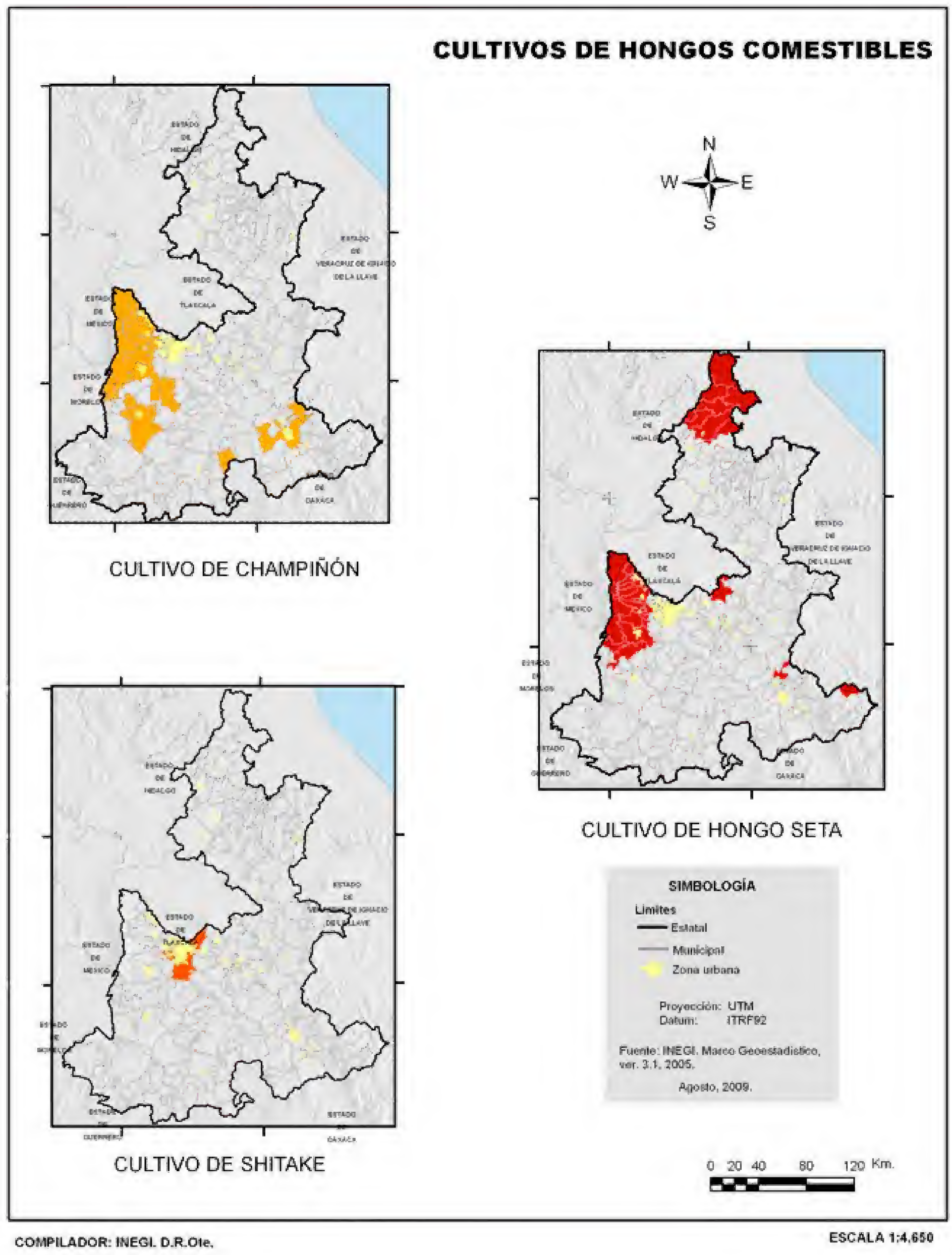



**Figura 4.6** Distribución en el estado de las zonas de cultivo de hongos comestibles. Fuente: SDR 2007.

**Cuadro 4.4** Hongos de importancia medicinal del estado de Puebla.

| Nombre común | Nombre científico | Hábitat natural | Valor medicinal | Referencia |
|---|---|---|---|---|
| Colador de brujo | *Clathrus crispus* | En los bosques de las Sierras de Puebla, Tlaxcala, y Veracruz | En la medicina tradicional mexicana aún se usa contra la conjuntivitis | Villarreal 1995, Guzmán 1998 |
| Señorita o clitocibe embudado | *Clitocybe gibba* | En los bosques de las Sierras de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Chiapas, Guanajuato, y Querétaro. En el Nevado de Colima<br><br>**Principios activos:** Acetilenos | En la medicina tradicional mexicana aún se usa como febrífugo, antibacterial y antifúngica | Villarreal 1995, Guzmán 1998, Steffen 2002 |
| Pechuga de aile o kawaratake | *Coriolus versicolor* | En los bosques de las Sierras de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca y Chiapas. En Durango, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Aguascalientes, San Luís Potosí. También se le ha localizado en Colombia, en Chabdó, Chile y en algunos países asiáticos.<br><br>**Principios activos:** Proteoglucanos o PSK, y Tramentano-péptido o PSPC | En la medicina tradicional mexicana, todavía se usa, contra varios granos, tiña, verrugas y como purgante.<br><br>Dentro de la medicina actual se le utiliza contra: trastornos respiratorios, cáncer, fatiga crónica, antimicrobiano, antiviral, antitumoral; los médicos orientales lo combinan con el tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia; anticancerígeno, e inmunomodulador.<br><br>La medicina tradicional china lo ha venido utilizando para trastornos respiratorios. Se utiliza también en el área maderera, agroindustrial y forestal de Argentina. | Guzmán 1998 |
| Velo de novia | *Dictyophora indusiata* | En las Sierras de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca y Chiapas. Veracruz, Tabasco, Zacatecas y Jalisco. (Zonas en la que también se ha localizado Amanita muscaria, y otras especies de los psilocíbidos)<br><br>**Principios activos:** Algunos semejantes a las psilocibinas o psicoativos | Entre los antiguos mexicanos se usaba en ceremoniales. | Villarreal 1995 |
| Estrella de tierra | *Geastrum saccatum* | En los bosques de las Sierras de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca y Chiapas. En Guanajuato, y Querétaro, en bosques de encino.<br><br>También se le ha localizado en Colombia y en Chabdó, Chile. | En la medicina tradicional mexicana aún se usa contra el asma, para cicatrizar el ombligo de los niños y contra el mal de ojo. | Seymour 1985 |

anteriormente) y Basidiomicetos (hongos en forma de sombrilla y setas). Entre las enfermedades que causan están las royas, las cenicillas o enmohecimiento polvoso, marchitéz vascular y carbones, que causan un impacto severo en la economía de los agricultores y a veces en la población en general (Tapia-López 2005).

En Puebla, se han aislado hongos fitopatógenos de cultivos tradicionales como: frijol, trigo, chile, avena, manzano, sábila, maíz (Figura 4.7 y Figura 4.8) y de teocintle (Tapia-López 2005), así como de lirio acuático (Martínez-Jiménez y Charudattan 1998, Espinoza-López *et al.* 2001, Fuentes-Huerta, 2005, González-Chavira *et al.* 2003, Leyva Mir *et al.* 2003, Gonzalez-Pérez *et al.* 2004, Torres-Pacheco *et al.* 2003).

Los hongos patógenos aislados a la fecha en Puebla pertenecen a 22 especies, 19 de ellas son Ascomicetes, dos especies de Oomicetes, así como dos de clasificación aún no definida (Cuadro 4.5). Los datos que existen en Puebla sobre la diversidad de especies de hongos que pueden afectar a las plantas como árboles frutales, cafetos, hortalizas, son aún escasos. Tampoco existen catálogos que indiquen la prevalencia en el estado de las distintas especies de hongos fitopatógenos en los cultivos frutícolas, hortícolas y cereales, ni de la importancia de la flora del lugar como reservorio de enfermedades fúngicas.

**Figura 4.7** Colonia de hongo fitopatógeno del género *Fusarium* aislado de planta de maíz (Foto: Lucía López Reyes).

**Figura 4.8** Observación microscópica de hongo fitopatógeno del género *Alternaria* aislado de planta de maíz (Foto: Lucía López Reyes).

**Cuadro 4.5** Hongos fitopatógenos del estado de Puebla

| Fitopatógeno | Hospedero | Región | Referencia |
|---|---|---|---|
| *Acremonium* spp. (Ascomycota) | Tallo y semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia López 2005 |
| *Alternaria* spp. * (Ascomycota) | Hojas y semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia López 2005 |
| | Lirio acuático (*Eichornia* sp.) | Puebla | Martínez-Jiménez y Charudattan 1998 |
| *Bipolaris* spp. (Ascomycota) | Hojas y semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia López 2005 |

*Continúa cuadro 4.5*

| Fitopatógeno | Hospedero | Región | Referencia |
|---|---|---|---|
| *Blastomyces* spp. (Ascomycota) | Lirio acuático (*Eichornia* sp.) | Estatal | Martínez-Jiménez y Charudattan 1998 |
| *Colletotrichum lindemuthianum* (Ascomycota) | Frijol (*Phaseolus vulgaris*) | Estatal | González-Chavira y Rodríguez-Guerra 2004 |
| *Curvularia* spp. (Ascomycota) | Semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Fusarium graminearum* (Ascomycota) | Trigo (*Triticum aestivum* L.) | Cuyoaco | Leyva-Mir *et al.* 2003 |
| *Fusarium oxysporum* (Ascomycota) | Chile (*Capsicum* spp) | Tlacotepec de José Manzo, San Martín Texmelucan | González-Pérez *et al.* 2004 |
| | Hojas y semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| | Sábila (*Aloe vera*) | Chietla, Izúcar de Matamoros | |
| *Gliocladium* spp. (Ascomycota) | Semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Helmintosporium* spp. (Ascomycota) | Tallo y semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Monilia* spp. (Ascomycota) | Lirio acuático (*Eichornia* spp.) | Estatal | Martínez-Jiménez y Charudattan 1998 |
| *Pestalotiopsis* spp. (Ascomycota) | Hojas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Phytophthora capsici* Leonian (Oomycota) | Chile (*Capsicum* sp.) | Tlacotepec de José Manzo, San Martín Texmelucan, Puebla. Valsequillo | González-Pérez *et al.* 2004 Espinoza-López y Mendoza-Zamora 2001 |
| *Puccinia graminis* (Basidiomycota) | Avena (*Avena sativa*) | Cuyoaco, Mazapiltepec | Torres-Pacheco *et al.* 2007 |
| *Pythium* spp. Nees. (Oomycota) | Chile (*Capsicum* sp.) | Tlacotepec de José Manzo, San Martín Texmelucan | González-Pérez *et al.* 2004 |
| *Rhizoctonia solani* Kühn. (Basidiomycota) | Chile (*Capsicum* sp.) | Tlacotepec de José Manzo, San Martín Texmelucan | González-Pérez *et al.* 2004 |
| *Rhizopus* spp. (incertae sedis) | Hojas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Sclerotium rolfsii* Sacc (Ascomycota) | Chile (*Capsicum* sp.) | Tlacotepec de José Manzo, San Martín Texmelucan | González-Pérez *et al.* 2004 |
| *Torula* spp. | Semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López 2005 |
| *Trichoderma* spp. (Ascomycota) | Semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López *et al.* 2006 |
| *Ustilago maydis* (Basidiomycota) | Maíz (*Zea mays*) | Diversas regiones | Fuentes-Huerta 2005 |
| | Planta de maíz Semillas de teocintle | San Juan Atenco | Tapia-López *et al.* 2006 |

## Importancia médica

En el suelo, la flora y la fauna del estado de Puebla habitan hongos que tienen la capacidad de ocasionar enfermedades en el humano y en los animales, llamadas micosis, que dependiendo de la región corporal afectada y del daño que pueden causar en el organismo se clasifican en superficiales (Cuadro 4.6), subcutáneas (Cuadro 4.7), sistémicas y oportunistas (Cuadro 4.8) (Espinosa 2000).

La diversidad fúngica que ocasionan estas micosis se incluye principalmente en los Ascomicetes, sin embargo las formas infectantes que ingresan y parasitan

**Cuadro 4.6** Principales agentes etiológicos de las micosis superficiales que afectan al ser humano en el estado de Puebla.

| Micosis | Agente etiológico | Localización geográfica | Referencia |
|---|---|---|---|
| Tiña | *Trichophyton rubrum* | Todo el estado | Macotela 2000, Mendez-Tovar *et al.* 2003 |
| Tiña | *T. mentagrophytes* | Todo el estado | Macotela 2000 |
| Tiña | *T. tonsurans* | Todo el estado | Macotela 2000 |
| Tiña | *T. concentricum* | Centro y norte de Puebla | Méndez-Tovar *et al.* 2003 |
| Tiña | *Epidermophyton floccosum* | Todo el estado | Macotela 2000 |
| Tiña | *Microsporum canis* | Todo el estado | Macotela 2000 |
| Tiña | *M. gypseum* | Todo el estado | Macotela 2000 |
| Pitiriasis versicolor | *Malassezia furfur* | Todo el estado | Macotela 2000, Méndez-Tovar *et al.* 2003 |
| Tiña negra | *Phaeoannellomyces werneckii* | Todo el estado | Macotela 2000 |

**Cuadro 4.7** Principales agentes etiológicos de las micosis subcutáneas que afectan al ser humano en el estado de Puebla.

| Micosis | Agente etiológico | Distribución geográfica | Referencia |
|---|---|---|---|
| Esporotricosis | *Sporothrix schenckii* | Todo el estado, con zonas endémicas en la Sierra Norte | Lavalle 1975, Macotela 2000, Méndez 2000, Munguía *et al.* 2007, Velazco y González 1976 |
| Cromoblastomicosis | *Cladosporium carrionii* | Todo el estado | Macotela 2000, Méndez 2000 |
| Cromoblastomicosis | *Fonsecaea pedrosoi* | Todo el estado | Macotela 2000, Méndez 2000 |
| Cromoblastomicosis | *Phialophora verrucosa* | Todo el estado | Méndez 2000 |
| Eumicetoma | *Madurella grisea* | Todo el estado | Méndez 2000 |
| Eumicetoma | *Madurella mycetomatis* | Todo el estado | Méndez 2000 |
| Eumicetoma | *Acremonium spp.* | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Eumicetoma | *Exophiala jeanselmei* | Todo el estado | Méndez 2000 |
| Eumicetoma | *Fusarium* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Eumicetoma | *Aspergillus* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |

**Cuadro 4.8** Principales agentes etiológicos de las micosis sistémicas y oportunistas que afectan al humano en el estado de Puebla.

| Micosis | Agente etiológico | Distribución geográfica | Referencia |
|---|---|---|---|
| Histoplasmosis | *Histoplasma capsulatum* | Todo el estado | Ramírez y Vite 1993 |
| Paracoccidioidomicosis | *Paraccoccidioides brasiliensis* | Límites con el estado de Veracruz | Ramírez y Vite 1993 |
| Candidosis | *Candida* spp. | Todo el estado | Macotela 2000, Méndez-Tovar *et al.* 2003 |
| Mucormicosis | *Mucor* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Mucormicosis | *Absidia* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Mucormicosis | *Rhizopus* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Peniciliosis | *Penicillium* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Geotricosis | *Geotrichum* sp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Tiña | *Cephalosporium* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Tiña | *Alternaria* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Tiña | *Scopulariopsis* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Tiña | *Fusarium* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Tiña | *Rhodotorula* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Hemorragia pulmonar aguda idiopática, mictoxicosis | *Stachybotrys chartarum* | Todo el estado | Sánchez *et al.* 2004 |
| Tiña | *Helmintosporium* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |
| Aspergilosis | *Aspergillus* spp. | Todo el estado | Cárdenas 1992 |

al organismo son de tipo asexual. Los primeros casos de micosis humanas en Puebla fueron publicados por Velasco y González (1976) así como Lavalle (1975). Posteriormente, el trabajo realizado por Macotela en el 2000, en Santiago Yancutlalpan, indica que las micosis superficiales son las más frecuentes en el ser humano, seguidas por las oportunistas y las subcutáneas. Se conoce que las tiñas son las más frecuentes en la Sierra Norte de Puebla (Méndez *et al.* 2003). Por otro lado, casos clínicos de esporotricosis (Figura 4.10) indican que es la micosis subcutánea más frecuente en las personas, realizando además los primeros aislamientos de *Sporothrix schenckii* (Figura 4.9 y Figura 4.11) en suelo y plantas de la Sierra Norte de Puebla (Espinosa 1990). Posteriormente, se documentan varios aislamientos a partir de suelo y plantas de

**Figura 4.9** Morfología macroscópica de *Sporothrix schenckii* en la fase micelial. (Foto: Alejandra Espinosa Texis).

agentes de cromoblastomicosis: *Cladosporium carrionii, Phialophora verrucosa, Fonsecaea pedrosoi, Rhinocladiella aquaspersa*, de *Actinomycetes* causantes de micetoma (Díaz 2008), y un gran número de agentes de micosis oportunistas del medio ambiente (Cárdenas 1992). Así mismo, se han observado zonas endémicas de esporotricosis en la Sierra Norte de Puebla y la tiña imbricada en la zona central y la Sierra Norte.

La información disponible del conocimiento de los hongos es escasa. Existen pocos lugares en Puebla en donde se realice investigación referente a hongos y las publicaciones son pocas, por lo que se requiere incrementar la participación de Investigadores especilistas en el tema. Se está trabajando en el Instituto de Ciencias de la BUAP, con el estudio de la variación entre cepas del hongo *Ustilago* (huitlacoche) y la forma en que se traslada de un lugar a otro y se están empleando técnicas que siguen la huella de su DNA y su carácter como patógeno del maíz (Sánchez-Alonso com. pers.). Asimismo, la búsqueda de hongos que causan enfermedades en los diferentes municipios de Puebla se aborda en estudios que se realizan en el laboratorio de Micología del Instituto de Ciencias de la BUAP, logrando describir un total de 35 especies que ocasionan daño en el hombre. Sin embargo, como estos hongos pueden ocasionar también enfermedades en animales, no debe dudarse que es factible encontrar casos clínicos de micosis superficiales, subcutáneas, sistémicas y oportunistas en ellos.

**Figura 4.10** Paciente con esporotricosis linfangítica en brazo izquierdo. (Foto: Alejandra Espinosa Texis).

Finalmente, ninguna de las especies citadas de la entidad está bajo alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y a pesar de los esfuerzos hasta ahora realizados, hace falta empezar a sistematizar los estudios en la entidad: inventarios, estudios etnomicológicos, continuar con la preservación de los recursos genéticos, particularmente las cepas nativas de hongos comestibles y ectomicorrícicos, hongos patógenos de plantas y humanos, el papel que los hombres y las mujeres juegan en la utilización y preservación de este recurso, así como todos aquellos temas relacionados con hongos que nos den una visión real de la diversidad y utilidad de este grupo en el estado.

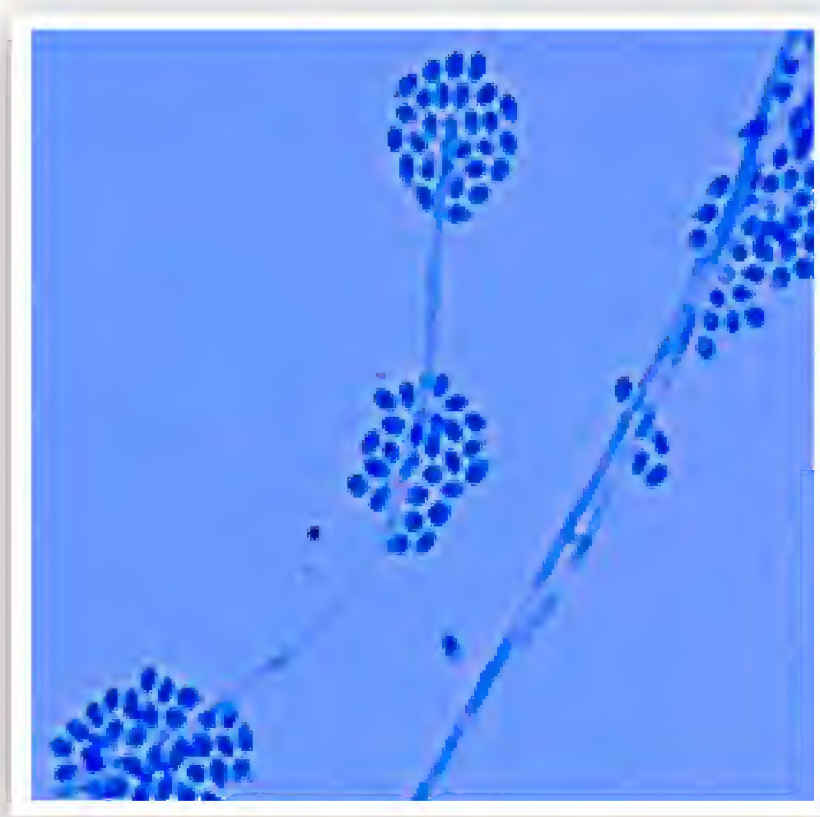


**Figura 4.11** Morfología microscópica de *Sporotrix schenckii* (Foto: Alejandra Espinosa Texis).

## DIVERSIDAD DE PROTOCTISTAS

*Lino Zumaquero Rios, Ernesto Mangas-Ramírez, Alma Delia Ramírez Guarneros y Aidee Montiel-Martínez*

### Introducción

Los protoctistas son organismos unicelulares nucleados, algunos capaces de producir su propio alimento por medio de fotosíntesis, mediante pigmentos diferentes a la clorofila (Sarukhán *et al.* 2009). Dentro de ellos, los protozoarios se encuentran inmersos en serias problemáticas de carácter sistemático a pesar de ser un grupo monofiletico, sin embargo los avances de Patterson (1998) y de Corliss (2000, 2004) los ubican en un nuevo reino. En la actualidad se notifican más de 83 mil especies, incluyendo los granoreticulosios (foraminíferos) y radiolarios con especies fósiles (ADL *et al.* 2005), de los cuales 1 014 especies se han descrito en México (Sarukhán *et al.* 2009); en Puebla se reporta

un sinnúmero de especies. En este estado y según los estudios practicados en ecosistemas acuáticos, como la cuenca del rio Apulco, el embalse Manuel Ávila Camacho y otros ecosistemas temporarios, existe una biodiversidad importante de protozoarios que requiere una mayor atención, así como la incidencia de estos organismos como agentes causales de problemas de salud. De los organismos estudiados en Puebla, se incluye la biodiversidad y la importancia de los protozoarios desde el punto de vista ecológico y sus repercusiones en la salud, así como los de utilidad como fitoplancton, incluyendo a las microalgas y las localidades en que se encuentran presentes en términos de reservorios de agua dentro del estado.

## Diversidad de protozoarios en Puebla

Los protozoarios se encuentran representados por organismos unicelulares nucleados con presencia de organelos. En Puebla se cuenta con representantes foraminíferos (Granoreticulosia): Foraminiferea (Orbigny 1826) fundamentalmente en algunas áreas del suroeste del estado, en las que se ha detectado la presencia de especies del género *Globotruncana* y *Globigerina*, correspondientes al maestrictiano–campaniano, sin que exista hasta el momento una proyección para su mejor estudio (Buitrón 1985).

El informe técnico del grupo de Invertebrados de la escuela de Biología de la BUAP a CONABIO sobre los estudios de invertebrados de la cuenca del río Apulco muestra una importante diversidad de organismos de vida libre de diferentes fila del llamado reino protozoa (Zumaquero *et al.* 2001). Entre los fila que se reporta para la cuenca del rio Apulco se encuentran abundantes poblaciones de euglénidos, que en zonas de colonia Morelos muestran en sus aguas un aspecto verdoso; éstos son también notificados en zonas de Valsequillo, en lagunas adyacentes temporales del estado de Puebla, donde los cilióforos se han observado y registrado también. El listado anexo incluye a protozoarios que pueden ser considerados como bioindicadores de los niveles sapróbicos de contaminación de las aguas poblanas. En particular y debido a la falta de apoyos, este grupo de protoctistas presenta una indiferencia total para su estudio, a pesar de que la Organization of Food Administration y la Agencia de Energía Atómica de las Naciones Unidas (FAO/AIEA), han sugerido el estudio de la fauna de protozoarios simbiontes en el sistema digestivo de rumiantes con la finalidad de mejorar la producción animal. Puebla muestra una importante fauna de protozoarios como agentes etiológicos de enfermedades de los animales y el hombre: un ejemplo es el *Triplumaria* sp. que ha sido identificado entre los ciliados del rumen obtenido de bovinos en el municipio Atlixco como se observa en el Cuadro 4.9 (Aladro 2006).

## Protozoarios de importancia médica

La mayor atención de la fauna de protozoarios en Puebla es recabada por los organismos de importancia médica y fue Izquierdo en 1916 quien notificó la presencia de *Plasmodium vivax*, causante de la malaria en ese año, en zonas del sur y el norte del estado. En los años siguientes serían pocos los trabajos, al menos documentados, que notificarían la presencia de otros protozoarios.

Los estudios más completos sobre protozoarios en Puebla corresponden a las especies de importancia médica:

*Entamoeba histolyca* y *Entamoeba dispar*. La primera especie es un parásito del intestino de humanos, cánidos y otros animales; se caracteriza por su forma ameboide en la fase de trofozoito o vegetativa y por la emisión de pseudópodos romos y cortos de 12 a 60 micras; la forma quística es redonda, de entre 10 y 20 micras, tetranucleada con cariosomas céntricos. La segunda especie no se puede diferenciar fácilmente de la primera debido a una concordancia molecular del 95 % y a su morfología casi idéntica (Guerrero 2008). En el estado, los estudios realizados por Ramírez-Guarneros (2005) en población infantil, mostraron prevalencia superior al 70 % en algunas poblaciones urbanas, como Teziutlán y Ciudad Serdán, siendo el promedio de 17.9 % y de 33 % respectivamente. En la década de los noventa Puebla exhibió 14 461 casos de personas infectadas en la forma intestinal, mientras que un menor número eran notificadas por el absceso hepático amebiano

**Cuadro 4.9** Listado de especies de protozoarios en Puebla.

| Phylum | Género | Especie |
|---|---|---|
| Euglenozoa Cavalier–Smith, 1981 | *Euglypha*<br>*Nebela* | *Euglena acanthophora*<br>*Nebela collaris* |
| Kinestoplastida | *Trypanosoma* | *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) |
| Granoreticulocea Saedeler,1934 | *Globorotalia*<br>*Globotruncana*<br>*Elphidium*<br>*Leishmania* | *Globorotalia* sp.<br>*Globotruncana* sp.<br>*Elphidium* sp.<br>*L. mexicana* |
| Diplomonadida | *Giardia* | *Giardia lamblia* |
| Parabasalia (Honigberg, 1973) | *Trichomona* | *Trichomona vaginalis* |
| Rhizopoda von Siebold, 1845 | *Entamoeba*<br><br>*Endolimax*<br>*Filosea Leidy*<br>*Acanthoameba (Carpenter)*<br>*Naegleria* | *Entamoeba coli*<br>*Entamoeba histolytica*<br>*Endolimax nana*<br><br>*Acanthamoeba* sp.<br>*Naegleria* sp. |
| Apicomplexa Levine, 1970 | *Cyclospora*<br>*Cryptosporidium*<br>*Babesia*<br>*Plasmodium*<br>*Toxoplasma* | *Cyclospora cayetanensis*<br>*Cryptosporidium parvum*<br>*Babesia bigemina*<br>*Plasmodium vivax*<br>*Toxoplasma gondi* |
| Ciliophora Doephlin, 1901 | | *Paramecium* sp.<br>*Triplumaria* sp. |

*Fuente: Aladro 2006*

(Ruiz Sánchez 2008). Este rizópodo también fue notificado en *Canis lupus* (perro vagabundo), en parques infantiles del municipio de Puebla (Cortés y Zumaquero 2005). El hallazgo de amibas de vida libre en líquido cefaloraquídeo de pacientes neuropatológicos en el Hospital Universitario de Puebla fue realizado por De Ita *et al*. (1991).

*Trichomona vaginalis*. Es otra de las especies de importancia médica que afecta al ser humano en particular, con mayor incidencia en mujeres, y es reportada en las tesis de los anales del departamento de agentes biológicos de la escuela de medicina de la BUAP. Velasco-Castrejón (2007) comunica que en 1983 se reportó la existencia de una persona infectada por *Trichomona foetus* y *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) y posteriormente, en 1987 según se notifica por el Hospital Universitario de Puebla, se dio la existencia de un caso (Velasco-Castrejón 2007). No obstante, Zárate y Zárate (1985) señalan un 1.8 % de seroprevalencia de casos. Tay *et al*. (2006) informan una positividad a *T. cruzi* en el 57.5 % de 952 triatominos colectados en 84 localidades de 58 municipios del estado de Puebla. Sandoval y Zumaquero (2004) notifican a *T. cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en *Triatoma dimidiata* de la zonas de Jonotla en la Sierra Norte del estado y realizan estudios de distribución, notificando la infección de Trypanosoma al triatomino y a mamíferos reservorios en varias zonas del estado. Estudios de Sosa Jurado (2004) notifican la existencia indirecta del protozoario parásito a través de la detección de anticuerpos en humanos.

Se detectó *Giardia lamblia* en un estudio practicado a niños escolares menores de 12 años en el municipio de Atlixco, mientras que con anterioridad había sido notificado por el mismo autor en Tlapehuala Xicotepec

de Juárez y Palmar de Bravo (Zumaquero Rios *et al* 2009). En los estudios realizados en el estado de Puebla (Ramirez-Guarneros 2005) se encontró en *Giardia lamblia* una prevalencia de 21.7 % en población infantil de regiones urbanas y el 19.7 % en suburbanas, notando que esta parasitosis ha sido subvalorada por las autoridades de salud. Con anterioridad habían sido notificados en los laboratorios de diagnóstico, pero hasta el momento no se ha hallado documentos que notifiquen de manera oficial su presencia.

Otros protozoarios notificados en tesis de licenciatura de las Facultades de Química, Biología y Medicina de la Universidad Autónoma de Puebla son: *Cryptosporidium parvum* Apicomplexa, de los que se conocen casos en seres humanos y serpientes cautivas del herpetario, así como casos esporádicos de *Babesia bigemina* y otras coccidias en bovinos en el municipio de Atlixco.

## Diversidad de especies de fitoplancton

Las microalgas de los sistemas acuáticos epicontinentales y oceánicos constituyen el fitoplancton (del griego *phyton* "planta" y *planktos* "vagabundo o errante"). Esta comunidad está compuesta por diversos organismos y bacterias fotosintéticas que pueden ser unicelulares o bien formar colonias o filamentos.

Evolutivamente fue el fitoplancton el responsable de la aparición de una atmósfera rica en oxígeno en nuestro planeta y constituye la base de la cadena trófica en cualquier ambiente acuático: el 95 % de la producción primaria de los océanos se debe al fitoplancton (Wetzel 2001). Desde la época prehispánica ya se tenía conocimiento de la flora de los cuerpos de agua y tuvo gran importancia en la vida cotidiana; los Aztecas recolectaban el cocolin o tecuitlatl (Cyanophyta, *Phormidium tenue*) extraído del lago de Texcoco debido a que formaba parte de la alimentación diaria de los antiguos mexicanos. Otro uso común que le daban los aztecas era utilizarlo como prenda para pagar tributo. (Ortega 1984). De las diatomeas (Figura 4.12) se utilizan los sedimentos que generan, ricos en sílice, como aislante, secante y pulidor de diversos materiales.

**Figura 4.12** *Ropalodia gibba* es una microalga del grupo de las diatomeas (Foto: Ernesto Mangas).

De acuerdo a la síntesis histórica de Ortega (1984), la historia de la Ficología (rama de la biología que estudia a las algas) se da al mismo tiempo que la de la Botánica. En el siglo XIX se dan ya las expediciones a México, surgiendo así los herbarios, investigadores y colectores de importancia. A partir de las múltiples expediciones cuyo fin ha sido conocer la flora, se han creado diversas instituciones para estudios científicos y botánicos, como el Museo Nacional, que tiene una colección de 1 743 ejemplares (Ortega 1975). En Puebla (Cuadro 4.10), los estudios son realmente escasos: se han realizado en San Felipe Xochiltepec, en puntos adyacentes a los manantiales de San Pedro y San Lorenzo Tehuacán y en el Oásis, reportando, en conjunto, 55 especies. Estudios recientes realizados por la Universidad Autónoma de Puebla en el Lago de Valsequillo, el río Nexapa y en una laguna del volcán Iztaccihuatl, evidencian un incremento en el listado, hasta llegar a un total de 171 especies para el estado. Las contribuciones están relacionadas principalmente con el grupo de las diatomeas.

## Conclusión

Los datos aportados son producto de una delicada revisión bibliográfica de más de un año, lo que muestra el punto de partida para el estudio de este grupo tan importante, lo que hace evidente la poca solidez en la continuidad de su estudio. La diversidad mostrada es una pauta de lo que se requiere en términos de divulgación y mejoramiento de los listados de áreas naturales del estado de Puebla.

**Cuadro 4.10** Listado ficoflorístico realizado para el estado de Puebla

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Aphanocapsa rivularis* (Rabenhorst 1865) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Chroococcus turgidus* (Naegeli 1849) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Microcystis aeruginosa* (Kuetz. emend. Elenkin 1924) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Rivularia planctonica* (Agardh 1824) | Xolchitepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Rivularia* spp. (Agardh 1824) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Anabaena* spp. (Bory 1822) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Arthrospira jenneri* (Stizenberger 1852) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Lyngbya* spp. (Agardh 1824) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Oscillatoria* ssp. (Vaucher 1803) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Schizothrix friesii* (Gomont 1892) | México, Morelos, Puebla | Volcán Popocatépetl | Ortega 1984 |
| *Spirulina* spp. (Turpin 1827) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Lemania fluviatilis* (Bory 1808) | Tehuacán | En los contornos de los manantiales de San Pedro, San Lorenzo y Ahuelica. Sin. | Ortega 1984 |
| *Chrysamoeba radians* (Klebs 1893) | Puebla | El Oasis | Ortega 1984 |
| *Pseudosyncrypta volvox* (Gustafson 1942) | Puebla | El Oasis | Ortega 1984 |
| *Microglena ovum* | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | |
| *Characiopsis longipes* (Borzi 1894) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Characiopsis* sp. (Borzi 1894) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Microcystis dimidiata* (Kuetzing 1833) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Synedra acus* (Kuetzing 1833) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Synedra ulna* (Ehrenberg 1830) | Puebla Atlixco | Embalse Manuel Avila Camacho, Río Nexapa | MacNaught 1996, Pérez-Juárez 2000 |
| *Synedra tabulata* | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra acus* var. *radians* (Kuetzing 1833) | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra acus* var. *danica* (Kuetzing 1833) | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra dorsiventralis* (Ehrenberg 1830) | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra ulna* var. *acus* (Kuetzing 1833) | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra rumpens* var. *fragilarioides* | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Synedra* spp. (Ehrenberg 1830) | Xochiltepec | Laguna de Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |

*Continúa cuadro 4.10*

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Amphora* spp. (Ehrenberg 1840) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Cymbella* spp. (Agardh,1830) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Gomphonema ventricosum* (Agardh,1824) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema parvulum* (Kuetzing,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema truncatum* (Ehrenberg,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema subclavatum var. subclavatum* (Schumann,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema augur* (Agardh,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema truncatum* var. *capitatum* (Ehrenberg,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema angustatum* var. *productum* (Kuetzing,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema subclavatum* var. *mexicanum* (Ehrenberg,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema olivaceum* (Kuetzing,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema tenellum* (Kuetzing,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema constrictum* var. *capitatum* (Ehrenberg, 1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema sphaerophorum* (Ehrenberg,1830) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Gomphonema* spp. (Agardh,1824) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Nitzschia palea* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia acicularis* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia lanceolata* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia linearis* (Agardh) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Nitzschia amphibia* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia commutata* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia closterium* | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia hungarica* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Nitzschia* spp. (Hassall,1845) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Hantzchia amphioxys* | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Fragilaria crotonensis* var. *prolongata* (Kitton) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.10*

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Fragilaria construens* var. *construens* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehrenberg) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xolchitepec | Ortega 1984 |
| *Fragilaria capucina* (Desmazieres) | Xochiltepec, Atlixco | Laguna de San Felipe, Xolchitepec, Río Nexapa | Ortega 1984, Pérez-Juárez, 2000 |
| *Fragilaria pinnata* (Ehrenberg) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Fragilaria brevistriata* (McCall,1933) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Fragilaria constuens* var. *binodis* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Fragilaria virescens* (Ralfs) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella turgida* (Gregory,1856) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella ventricosa* (Kuetzing, 1844) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella tumida* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella lanceolata* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella prostrata* (Berkeley) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella cistula* (Kirchner,1878) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella minuta* (Russell) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cymbella gracilis* (Rabenhorst) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Melosira granulata* var. *granulata* (Ehrenberg,1861) | Xochiltepec, Atlixco | Laguna de San Felipe Xochiltepec, Río Nexapa | Ortega 1984, Pérez-Juárez 2000 |
| *Melosira granulata* var. *angustissíma* (Muller,1899) | Xochiltepec, Atlixco | Laguna de San Felipe Xolchitepec, Río Nexapa | Ortega 1984; Pérez-Juárez 2000 |
| *Melosira crenulata ambigua* (Simonsen,1979) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xolchitepec | Ortega 1984 |
| *Melosira varians* (Ehrenberg,1836) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Melosira* sp. (C.A. Agardh 1824) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cyclotella meneghiniana* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia globiceps* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia borealis* (Carlson) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia divergens* (W. Smith) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia nobilis* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia cardinalicus* (Tempere y Peragallo 1909) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |

*Continúa cuadro 4.10*

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Pinnularia viridis* (Nitzch) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia abaujensis* (Ross) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia hemipteriformis* (Krammer & Metzeltin) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia* spp. (Erhemberg 1840) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Navicula dorenbergi* (Reichelt) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | Ortega 1984, MacNaught 1996 |
| *Navicula* spp. (Bory 1822) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Navicula platalea* (Ehrenberg) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xolchitepec | Ortega 1984 |
| *Navicula capitata* (Ehrenberg) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Navicula rhombea* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula cryptocephala* (Kutzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula peregrina* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula oblonga* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula gracilis* (Ehrenberg) | Puebla, Atlixco | Embalse Manuel Ávila Camacho, Río Nexapa | MacNaught 1996, Pérez-Juárez 2000 |
| *Navicula gastrum* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula salinarum* (Grunow 1880) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula amphioxys* (Kutzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula protracta* (Grunow) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula anglica* (Ralfs) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula radiosa* (Kutzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula canalis* (Patrick) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Diadesmis peregrina* ( W. Smith 1857) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | Ortega 1984 |
| *Navicula dicephala* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula viridula* (Kutzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula exigua* (W. Gregory) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula platystoma* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Pinnularia elginensis* (Gregory) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula mutica* (Kuetzing) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula túrgida* ( Erhenberg 1832) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula zebra* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.10*

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Epithemia sorex* (Kutzing) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Caloneis amphisbaena* (Bory) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Navicula speciosa* (Mann) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Cocconeis placentula* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzch) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Stauroneis* indet. (Ehrenberg 1840) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Eunotia parallela* (Erhenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Eunotia lunaris* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | Ortega 1984, MacNaught 1996 |
| *Eunotia monodon* (Erhenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Surirella tenera* var. *nervosa* (W. Schmidt) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Surirella nervosa* (W Schmidt) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Surirella pinnata* (W. Smith) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Surirella robusta Var. splendida* (Ehrenberg) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Ceratium hirundinella* (Muller 1773) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | MacNaught 1996 |
| *Eutreptia viridis* (Perty) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | Ortega 1984 |
| *Euglena gracilis* (Klebs) | Puebla | Embalse Manuel Ávila Camacho | Ortega 1984 |
| *Tetraedron regulare* (Kuetzing) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Kirchneriella obesa* (G.S. West) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Trochiscia aciculifera* (Lagerheim) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Golenkinia* indet. (Chodat 1894) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Botryococcus braunii* (Kutzing) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Coelastrum reticulatum* (P.A. Dangeard) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Coelastrum sphaericum* (Nagely 1846) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Crucigenia* sp. (Morren 1830) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Scenedesmus bijugatus* (Turpin) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Pediastrum biradiatum* (Meyen) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |

*Continúa cuadro 4.10*

| Genero y especie | Localidad | Zona de estudio | Fuente |
|---|---|---|---|
| *Oedogonium* indet. (Link 1820) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Dangeardinella saltatrix* (Pascher) | Puebla | Embalse Manuel Avila Camacho | Ortega 1984 |
| *Spirogyra* indet. (Link 1820) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Closterium aciculare* (T. West) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Closterium parvulum* (T. West) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Staurastrum paradoxum* (Meyen) | Xochiltepec | Laguna de San Felipe Xochiltepec | Ortega 1984 |
| *Chara tehuacanensis* (Samano Bishop) | Tehuacán | Arroyo Grande | Ortega 1984 |
| *Microcystis aeruginosa* (Kutzing) | Izúcar de Matamoros | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Caloneis amphisbaena* (Bory) | Izúcar de Matamoros | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Cyclotella melosiroides* (Kirchner) | Atlixco | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Cyclotella meneghiniana* (Kutzing) | Atlixco | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) | Atlixco | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) | Izúcar de Matamoros | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Nitzschia palea* (Kutzing) | Izúcar de Matamoros, Atlixco | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) | Atlixco | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Euglena acus* (Jhonson) | Atzala, Izúcar de Matamoros | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |
| *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs | Atzala, Izúcar de Matamoros | Río Nexapa | Pérez-Juárez, 2000 |

# DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES

## Introducción

*Maricela Rodríguez-Acosta*

México es considerado un país con alta riqueza florística; se calcula que existen entre 22 000 y 30 000 especies distintas (Rzedowski 1991; Toledo *et al.* 1997; Mittermeier y Goettsch Mittermeier 1997; Villaseñor 2003), lo que lo coloca entre los primeros cinco países megadiversos (Mittermeier y Mittermeier, 1997). Además de esta riqueza Rzedowski (1991, 1992a, 1992b) remarca el hecho de que casi la mitad de esta flora es endémica a nuestro país: se calculan alrededor de 9 300 especies únicas (Rzedowski 1991, Sosa y Dávila 1994, Villaseñor 2004).

La máxima diversidad de plantas en México se concentra en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz; el estado de Puebla ocupa el lugar número 12 (Villaseñor 2003). Sin embargo, datos recientes de la base del Herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, HUAP (2008), reportan 4 426 especies, incluyendo angiospermas, gimnospermas y pteridofitas, más 88 briofitas (Cuadro 4.11).

Si se toma en cuenta que el inventario realizado en el Valle de Tehuacán no ha sido conjuntado con los registros de la base de datos antes mencionada y con

**Cuadro 4.11** Riqueza vegetal del estado de Puebla en comparación con México y el Mundo

| Grupo | Diversidad | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Mundial | México | Puebla* | Tehuacán-Cuicatlán** |
| Bryophytas | | 17 000 | 967 | 88 | |
| Pteridophytas | | 10 000 | 1 024 | 288 | 172 |
| Angiospermas | Dicotiledóneas | 199 350 | 17 736 | 3 372 | 2 012 |
| | Monocotiledóneas | 59 300 | 4 523 | 731 | 509 |
| Gimnospermas | | 750 | 130 | 35 | 10 |
| **Total de especies** | | **286 400** | **24 380** | **4 426** | **2 703** |

*Cerón-Carpio et al. (2006) **Dávila et al. (1993), *HUAP (2008), McNeely 1990, Mickel y Smith (2004).*

las colectas realizadas recientemente, no queda duda que el número de especies se elevaría, colocando muy probablemente al estado de Puebla dentro de los ocho estados con mayor riqueza de plantas en el país.

Haciendo una comparación entre la distribución de esta diversidad vegetal en lo reportado para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y el resto del estado de Puebla, se pueden observar grandes diferencias numéricas (Cuadro 4.12), confirmando la suposición de que la diversidad florística del estado es más grande de lo que se calculaba anteriormente.

Una de las zonas que más se ha trabajado es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán: los estudios realizados durante más de dos décadas proporcionan una gran cantidad de información sobre las especies que habitan en esta zona semiárida, considerada la zona semidesértica más lejana al sur del País (Villaseñor *et al.* 1990).

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán es una de las zonas áridas de mayor importancia en el país en lo que a su flora se refiere, debido a que presenta endemismos a nivel de especie (Rzedowski 1992b, y Dávila *et al.* 1993). Groombridge (1992) reconoce este valle como un centro de diversidad del mundo.

El "Proyecto Flora Útil de los estados de Puebla y Tlaxcala" realizado en el la región central del estado

**Cuadro 4.12** Distribución de la diversidad vegetal reportada en la literatura y en el Herbario de la BUAP (HUAP)

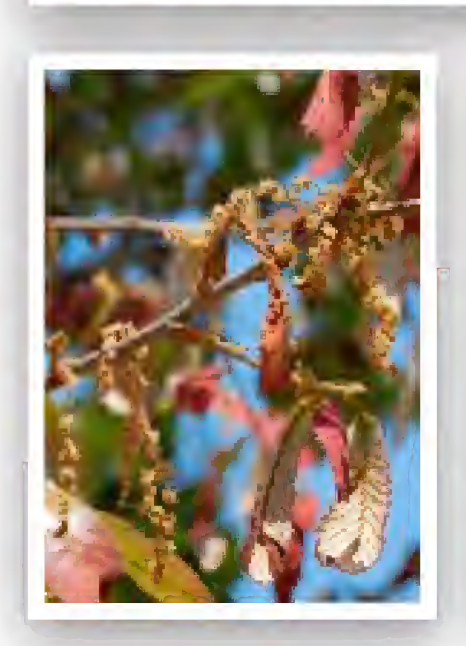
| Grupo | Familias | Géneros | Especies | Región |
|---|---|---|---|---|
| Pteridofitas | 5 | 12 | 33 | Tehuacán-Cuicatlán* |
| Gimnospermas | 4 | 5 | 12 | Tehuacán-Cuicatlán* |
| Angiospermas | 114 | 616 | 1 415 | Tehuacán-Cuicatlán* |
| Briofitas | 22 | 50 | 88 | Malintzi, Tehuacán** |
| Pteridofitas | 24 | 81 | 288 | Puebla*** |
| Gimnospermas | 7 | 11 | 35 | Puebla*** |
| Angiospermas | 184 | 1 250 | 4 103 | Puebla*** |

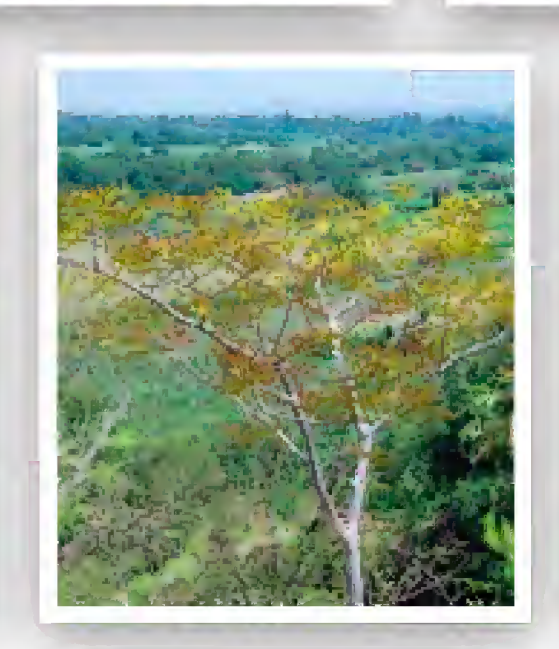
**Dávila et al. (1993), **Delgadillo et al. (2008), ***HUAP (2008)*

de Puebla (Rodríguez-Acosta 1990a), y los trabajos etnobotánicos de Martínez-Alfaro *et al.* (1995), realizados en la zona limítrofe entre los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo, han sido fundamentales para el conocimiento florístico del primero. Resaltan mayoritariamente las especies vegetales usadas como medicinales, aunque las ornamentales y comestibles también ocupan una posición importante.

De los trabajos florísticos realizados en el pasado y otros recientes, se ha observado que la región Suroeste de Puebla está llena de endemismos muy interesantes, a nivel de especies, géneros y familias como *Plocosperma buxifolium*, único representante de la Plocospermataceae, una familia de plantas endémicas de América (Alvarado-Cárdenas 2004).

El territorio poblano está cubierto por una gran cantidad de tipos de vegetación que van desde los alpinos hasta las selvas tropicales húmedas cercanas al nivel del mar (Figura 4.13). En estos tipos de vegetación se encuentra una rica diversidad florística con abundantes formas y colorido (Figura 4.14), incrementando su valor.





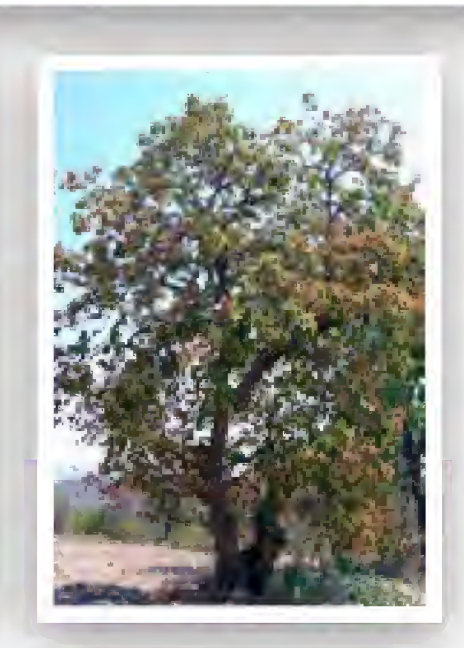


**Figura 4.13**
Muestra de diferentes tipos de vegetación en el estado de Puebla.

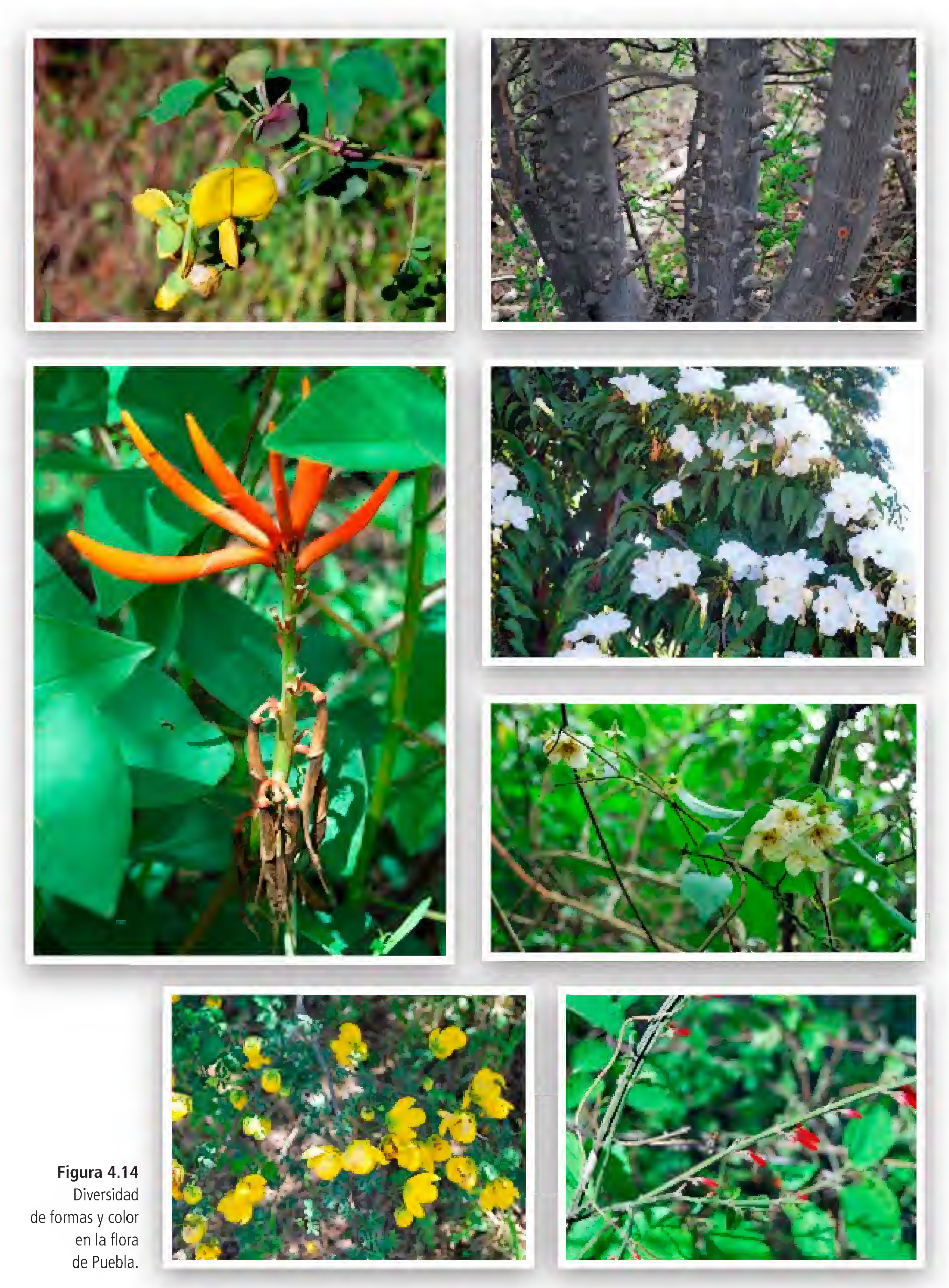


**Figura 4.14**
Diversidad de formas y color en la flora de Puebla.

Respecto a las especies amenazadas para el estado de Puebla, Vovides y Medina (1994) compilaron una lista de 441 especies de fanerógamas y reportaron 40 especies amenazadas: una extinta, seis en peligro, 11 vulnerables, 15 insuficientemente conocidas, tres indeterminadas y cuatro raras.

Para 2001, la norma ecológica NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002) para Puebla incluyó a 58 especies pertenecientes a 17 familias y 36 géneros, de los cuales la familia Cactaceae y la familia Orchidaceae son las mayoritarias, con 22 y ocho especies respectivamente, incluidas en la lista. De éstas, 27 plantas tienen la categoría de amenazadas, una extinta, ocho en peligro de extinción y 22 sujetas a protección especial. A este número habría que anexar la presencia de *Fagus mexicana* en el bosque mesófilo de Puebla (Nixon, 1993), cuya distribución se considera relicta (Flores y Gerez 1994), dentro de los cambios realizados en el libro rojo de la IUCN (2004) y en la lista mundial de árboles amenazados (Olfield *et al.* 1998), para tener una lista mucho más cercana a la realidad.

Si bien resulta positivo que el número de especies amenazadas sea relativamente pequeño, también es preocupante que no refleje su número real. Un ejemplo claro lo constituye *Jatropha rufescens*, especie que no está incluida en ningún listado y que sin embargo no ha sido posible localizarla en campo, a pesar de los esfuerzos dirigidos a encontrarla (Vega, y Jiménez-Ramírez, com. pers.). Esto último nos lleva a la conclusión de que no se tiene conocimiento de la existencia y distribución de especies que requieren de una protección para su conservación.

Como resultado de lo anterior, derivan tres principales consideraciones: 1) La diversidad florística de Puebla parece ser más rica de lo que se ha pensado hasta hoy día. 2) El estado requiere urgentemente de mayor trabajo botánico, sobre todo en las zonas menos estudiadas, que equivale a casi el 50 % del territorio, así como del incremento en las publicaciones de los estudios florísticos que hasta hoy día se tienen. 3) La importancia económica y cultural de la flora poblana ha quedado de manifiesto en los proyectos realizados, por lo que se resalta el potencial de su aprovechamiento como un recurso genético cuya utilización debe ser cuidadosamente planificada.

Finalmente, es bastante promisorio el intensivo trabajo que durante los dos últimos años se ha realizado en el Herbario y Jardín Botánico de la BUAP apoyado por diferentes Instituciones como la SEP, CONACYT y Desarrollo Rural, lo que ha permitido incrementar sustancialmente sus colecciones botánicas, que finalmente repercutirán en un incremento del conocimiento de la flora en el estado.

## Briofitas

*Víctor Javier Cid Vázquez, Tobías Rodríguez Ramírez, Claudio Delgadillo Moya*

Las briofitas son plantas que se caracterizan por medir de uno a 35 centímetros de altura, con hojas muy pequeñas (inconspicuas); algunos grupos cuentan con conductos vasculares, no así la mayoría, por lo que también se les denomina plantas no vasculares; incluyen a tres grandes grupos: Anthoceros, Hepáticas y Musgos; viven sobre rocas, suelo, troncos o ramas de los árboles, su reproducción es por alternancia de generación, lo que significa que puede ser de forma sexual (gametofito) y asexual (esporofito). Por lo regular se encuentran en lugares muy húmedos o en hábitats acuáticos, sin embargo, pueden tolerar ambientes extremos (frío y calor), por lo que se les considera organismos cosmopolitas. Actualmente, los de mayor estudio y conocimiento son los musgos, que son estructuralmente más diversos que otras briofitas; a pesar de ser plantas muy pequeñas se pueden reconocer muy fácilmente ya que forman extensas carpetas verdes en el piso de los bosques. En nuestro país, muchos de ellos tienen importancia económica principalmente en época navideña (para los nacimientos); los estudios de musgos que se tienen están enfocados a su descripción y clasificación. En el Estado de Puebla se tienen algunas referencias sobre musgos colectados: Sosa y Delgadillo (1979) citan la distribución del género *Sphagnum* para Puebla y otros estados; Delgadillo y Zander (1984) enlistaron para el Valle de Tehuacán 57 especies y variedades de musgos y De Luna (1984) describió seis especies para Puebla. Para el Parque Nacional Malintzi, Delgadillo (1971) registró 24 especies y variedades de musgos, siendo el único trabajo realizado en esta zona. Más tarde,

este inventario fue actualizado, reportando 88 especies, subespecies y variedades de musgos (Cuadro 4.13). La familia que presentó mayor diversidad fue la *Pottiaceae* con 21 especies, porque la mayoría de ellas tienen una distribución amplia en México y en el mundo (Cárdenas 1995). Le siguen el género *Didymodon* dato que coincide con Herrera (2002), dado que generalmente tienen una gran variedad morfológica y fisiológica, por lo tanto son especies que se distribuyen en diversos hábitats (Zander 1981). De acuerdo al material colectado en el Parque Nacional Malintzi (Figura 4.15 y Cuadro 4.13), de las 88 especies, subespecies y variedades de musgos encontradas, 66 corresponden a nuevos registros para la Malintzi y 22 especies son nuevos registros para el estado de Puebla; están distribuidas en 50

**Cuadro 4.13** Listado de musgos para el Parque Nacional La Malinche

| Especie | BAM | BP | BO | BE |
|---|---|---|---|---|
| *Aloinella catenula* | | | | |
| *Anacolia laevisphaera* | x | x | x | |
| *Anomobryum filiforme var. filiforme* | x | x | x | x |
| *Anomobryum plicatum* | | | | |
| *Anomobryum prostratum* | | | | |
| *Aongstroemia julacea* | x | x | | |
| *Aongstroemia orientalis* | | | | |
| *Bartramia brevifolia* | x | | | |
| *Bartramia potosica ssp. potosica* | x | x | x | |
| *Brachythecium occidentale* | | x | x | |
| *Brachythecium ruderale* | | | | x |
| *Braunia secunda* | | x | | |
| *Bryoerythrophyllum calcareum* | | | | |
| *Bryoerythrophyllum ferruginascens* | | | | |
| *Bryoxiphium norvegicum var. mexicanum* | | x | | |
| *Bryum argenteum* | x | x | x | x |
| *Bryum billarderi* | x | x | x | |
| *Bryum capillare* | x | | x | x |
| *Bryum erythroloma* | | | x | |
| *Bryum pseudotriquetrum* | | | x | x |
| *Campylopus arctocarpus* | | | x | |
| *Campylopus nivalis* | x | x | x | |
| *Campylopus tallulensis* | | | | |

*Continúa cuadro 4.13*

| Especie | BAM | BP | BO | BE |
|---|---|---|---|---|
| *Ceratodon purpureus purpureus* | | x | x | x |
| *Ceratodon purpureus stenocarpus* | | x | x | |
| *Cyrto-hypnum mexicanum* | | x | | x |
| *Ditrichum gracile* | x | x | | |
| *Didymodon fallax var. reflexus* | | | | x |
| *Didymodon revolutus* | | | | x |
| *Didymodon rigidulus var. gracilis* | | x | x | x |
| *Didymodon rigidulus var. icmadophilus* | x | x | x | x |
| *Didymodon rigidulus var. rigidulus* | | | | x |
| *Didymodon vinealis var. vinealis* | | | x | |
| *Encalypta ciliata* | | x | | |
| *Epipterygium mexicanum* | x | | | |
| *Fabronia ciliaris* | | | x | |
| *Funaria hygrometrica var. calvescens* | x | x | | |
| *Funaria hygrometrica var. hygrometrica* | | x | x | |
| *Grimmia fuscolutea* | | | | |
| *Grimmia longirostris* | x | x | | |
| *Grimmia mexicana* | x | x | | |
| *Grimmia trichophylla* | x | x | | x |
| *Haplocladium angustifolium* | | | | x |
| *Hedwigidium integrifolium* | | | | x |
| *Holomitrium arboreum* | | | | x |
| *Hypnum revolutum* | | x | | |
| *Hypnum cupressiforme var. lacunosum* | | x | | |
| *Hypnum cupressiforme var. cupressiforme* | | x | | |
| *Leptodontium capituligerum* | | x | x | |
| *Leptodontium flexifolium* | x | x | x | x |
| *Leptodontium pungens* | x | x | | |
| *Leptodontium viticulosoides var. sulphureum* | | x | x | x |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.13*

| Especie | BAM | BP | BO | BE |
|---|---|---|---|---|
| *Leptodontium viticulosoides var. viticulosoides* | x | | x | |
| *Leskea angustata* | | | x | x |
| *Mironia ehrenbergiana* | x | x | | |
| *Mironia stenotheca* | | | | |
| *Neckera chlorocaulis* | | x | | |
| *Neckera ehrenbergii* | | | | x |
| *Neosharpiella aztecorum* | | | | |
| *Notoligotrichum mexicanum* | | | | |
| *Orthotrichum pycnophyllum* | | x | | x |
| *Philonotis corticata* | | | | |
| *Plagiomnium rhynchophorum* | x | | | |
| *Pogonatum campylocarpum* | x | | | |
| *Pogonatum oligodus* | x | x | | |
| *Pohlia cruda* | | | | |
| *Pohlia elongata* | | x | x | x |
| *Polytrichastrum alpinum* | | | | |
| *Polytrichastrum tenellum* | x | x | | |
| *Polytrichum juniperinum* | | | | |
| *Ptychomitrium lepidomitrium* | | x | x | |
| *Pylaisia falcata* | | | x | x |
| *Racomitrium crispipilum* | | | | |
| *Sagenotortula quitoensis* | | x | x | |
| *Schizymenium campylocarpum* | | | | |
| *Schizymenium landii* | x | | | |
| *Sematophyllum adnatum* | | x | x | |
| *Symblepharis vaginata* | | | x | x |
| *Syntrichia amphidiacea* | | x | | x |
| *Syntrichia andicola* | x | x | | |
| *Tayloria splachnoides* | | | | |
| *Thuidium delicatulum var. delicatulum* | | x | | |

*Continúa cuadro 4.13*

| Especie | BAM | BP | BO | BE |
|---|---|---|---|---|
| *Thuidium delicatulum var. peruvianum* | | x | x | x |
| *Timmiella anomala* | x | x | x | |
| *Trichostomum brachydontium* | | | | x |
| *Zygodon campylophyllus* | | | | |
| *Zygodon obtusifolius* | | | x | x |
| *Zygodon viridissimus* | | | x | |

*Listado de especies colectadas con respecto al tipo de vegetación en las que fueron encontradas.*
***BAM**=bosque de alta montaña; **BP**=bosque de pino; **BO**=bosque de Oyamel;*
***BE**= bosque de encino. Delgadillo et al. (2008)*

géneros y 22 familias y constituyen el 25 % del total de musgos para el Estado. A pesar de la falta de trabajos realizados en Briofitas, la diversidad registrada en la Malintzi resulta dos veces mayor que la del volcán Paricutín, ubicado en el estado de Michoacán (Delgadillo y Cárdenas 1995), en donde se enlistaron 43 especies. Lo anterior indica la importancia que la Malintzi tiene para el estado de Puebla y permite conocer las necesidades de un mayor esfuerzo en la exploración de campo con el propósito de incrementar el conocimiento en este grupo de plantas. En la Figura 4.15 se muestra la localización y poligonal del Parque Nacional Malintzi. (Delgadillo *et al.* com. pers. 2008). En el Cuadro 4.13 se muestra el listado de musgos para el Parque Nacional la Malintzi.

## Pteridofitas (helechos y grupos afines)

*Amparo Bélgica Cerón Carpio*

Es un grupo de plantas constituido por los comúnmente llamados helechos, así como por licopodios, psilofitas, selaginelas, isoetales y equisetos o colas de caballo que conforman a los grupos afines.

Son plantas que se caracterizan básicamente por la presencia de tejidos vasculares (xilema y floema) que conducen agua y sales minerales, por la ausencia de flores y frutos, por producir esporas en lugar de semillas y por depender del agua externa para reproducirse.

Se les puede encontrar en una gran diversidad de hábitats, desde zonas tropicales hasta desérticas, donde presentan algunas adaptaciones a estas condiciones; su forma de vida puede variar, pues hay desde terrestres hasta epífitas (plantas que crecen sobre otras plantas sin que les causen daño alguno), acuáticas o trepadoras. De este tipo de plantas se estima que existen aproximadamente 10 000 especies a nivel mundial (Tejero-Diez 1998).

Para México, Mickel y Smith (2004) consideran que prosperan aproximadamente 124 géneros y 1 024 especies e infraespecies de este grupo de plantas, lo que equivale al 10 % de las pteridofitas del mundo.

Para el estado de Puebla mencionan 78 géneros, 271 especies, 21 variedades y dos subespecies de Pteridofitas. Sin embargo Cerón–Carpio *et al.* (2006) en el estudio realizado de las pteridofitas que prosperan en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, mencionan tres géneros que no habían sido citados en la literatura, así como nueve nuevos registros de especies.

Así mismo, de la revisión realizada a la base de datos del Herbario BUAP, se encontraron ocho registros a nivel de especie, no citados en la literatura para Puebla, acotando que uno de estos ejemplares se encuentra depositado en la colección del Herbario Nacional MEXU, por lo que se recomienda corroborar su identidad taxonómica.

Por todo lo expuesto anteriormente, el estado de Puebla hasta el momento cuenta con aproximadamente un total de 81 géneros y 289 especies de

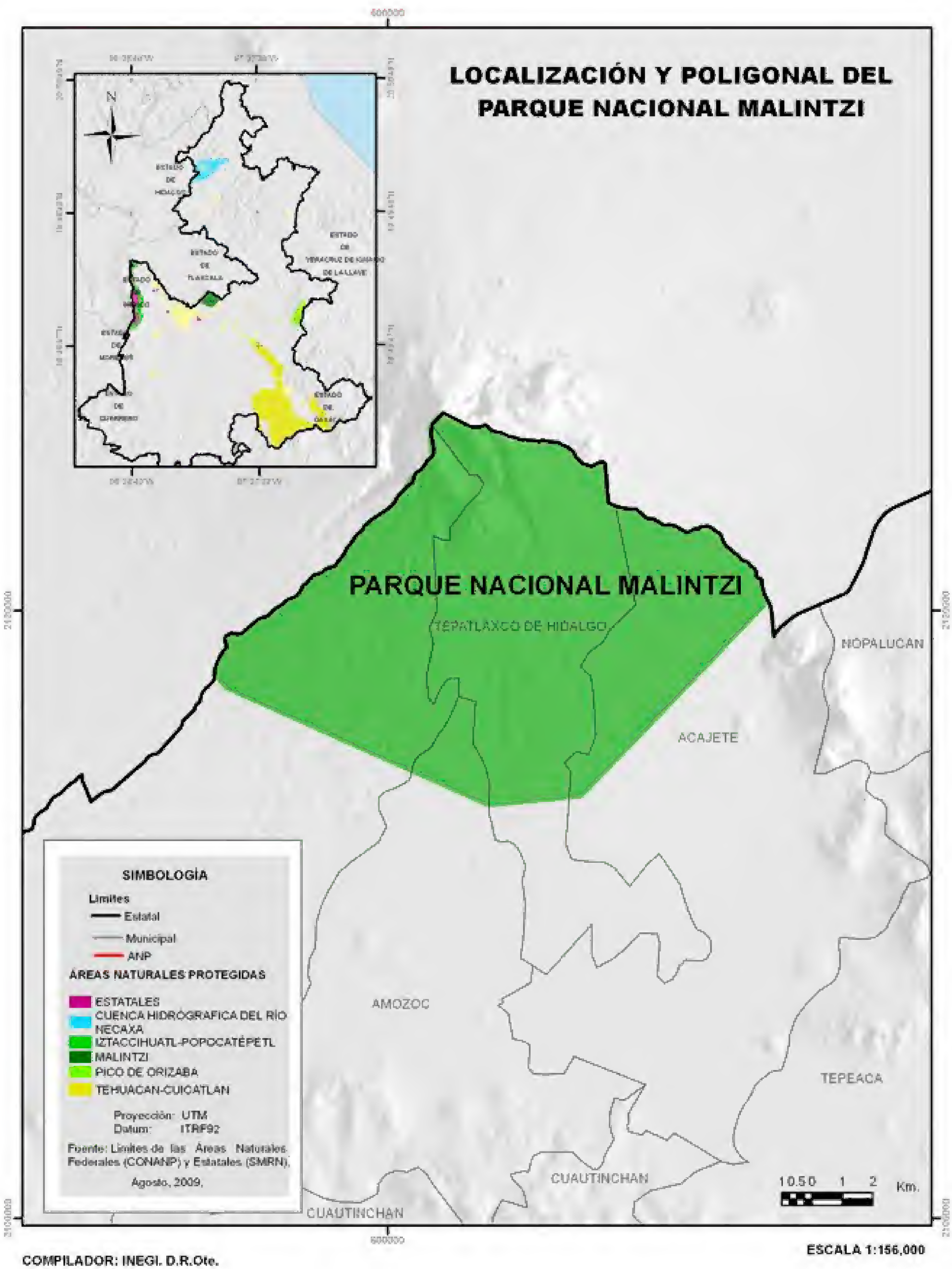



**Figura 4.15** Localización y poligonal del Parque Nacional Malintzi. Fuente: Delgadillo *et al.* com. pers. 2008).

pteridofitas, pertenecientes a 24 familias, siendo la Pteridaceae y la Polypodiaceae las más diversas. Los géneros con mayor número de especies son: *Polypodium, Asplenium, Selaginella, Cheilanthes* y *Thelypteris* (Cuadro 4.14).

En la base de datos del Herbario de la BUAP (HUAP, 2008) se tienen registradas colectas en 43 municipios de los 217 que comprenden al estado de Puebla, siendo los más colectados Tlatlauquitepec, Teziutlán, San Nicolás de los Ranchos, Cuetzalan del Progreso y Aljojuca, por lo que sin duda falta mucho por hacer al respecto en esta entidad federativa y probablemente el número de taxa es mucho mayor al citado por Mickel y Smith (2004).

Si se llevaran a cabo más estudios de las pteridofitas que se encuentran en el estado de Puebla, probablemente se podrían obtener datos de suma importancia, ya que es posible que Puebla esté dentro de los diez estados con mayor número de especies de pteridofitas (Tejero-Diez 1998).

**Cuadro 4.14** Lista de géneros de Pteridofitas en Puebla.

| Género | Especies | Variedades | Subespecies |
|---|---|---|---|
| Polypodium | 22 | 2 | |
| Asplenium | 22 | 1 | |
| Selaginella | 19 | | |
| Cheilanthes | 16 | 2 | |
| Thelypteris | 16 | 3 | |
| Elaphoglossum | 13 | 1 | |
| Blechnum | 9 | | |
| Diplazium | 8 | | |
| Hymenophyllum | 8 | | |
| Pteris | 7 | | |
| Notholaena | 7 | 1 | |
| Trichomanes | 6 | | |
| Adiantum | 6 | | |
| Huperzia | 6 | | |
| Campyloneurum | 5 | | |
| Cyathea | 5 | 1 | |
| Dryopteris | 5 | | |
| Pellaea | 5 | | 2 |
| Polystichum | 5 | | |
| Astrolepis | 4 | | |
| Ctenitis | 4 | | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.14*

| Género | Especies | Variedades | Subespecies |
|---|---|---|---|
| Sticherus | 4 | | |
| Argyrochosma | 3 | | |
| Bommeria | 3 | | |
| Botrychium | 3 | | |
| Dennstaedtia | 3 | | |
| Nephrolepis | 3 | | |
| Pleopeltis | 3 | 2 | |
| Woodwardia | 3 | | |
| Anemia | 2 | 1 | |
| Athyrium | 2 | | |
| Hypolepis | 2 | | |
| Lycopodium | 2 | | |
| Marattia | 2 | | |
| Mildella | 2 | | |
| Ophioglossum | 2 | | |
| Pecluma | 2 | 2 | |
| Phanerophlebia | 2 | | |
| Pityrogramma | 2 | | |
| Psilotum | 2 | | |
| Pteridium | 2 | 1 | |
| Woodsia | 2 | | |
| Tectaria | 2 | | |
| Arachniodes | 1 | | |
| Azolla | 1 | | |
| Bolbitis | 1 | | |
| Cochlidium | 1 | | |
| Cystopteris | 1 | | |
| Dicksonia | 1 | | |
| Didymochlaena | 1 | | |
| Diplopterygium | 1 | | |
| Equisetum | 1 | 1 | |

*Continúa cuadro 4.14*

| Género | Especies | Variedades | Subespecies |
|---|---|---|---|
| Gleichenella | 1 | | |
| Hemionitis | 1 | | |
| Holodictyum | 1 | | |
| Lellingeria | 1 | | |
| Llavea | 1 | | |
| Lonchitis | 1 | | |
| Lophosoria | 1 | | |
| Lycopodiella | 1 | | |
| Lygodium | 1 | | |
| Marsilea | 1 | | |
| Megalastrum | 1 | | |
| Melpomene | 1 | | |
| Microgramma | 1 | | |
| Niphidium | 1 | | |
| Odontosoria | 1 | | |
| Onocleopsis | 1 | | |
| Osmunda | 1 | 1 | |
| Phlebodium | 1 | | |
| Plagiogyria | 1 | | |
| Saccoloma | 1 | | |
| Scoliosorus | 1 | | |
| Stigmatopteris | 1 | | |
| Terpsichore | 1 | | |
| Danaea | 1 | | |
| Vittaria | 1 | | |
| Macrothelypteris | 1 | | |
| Alsophila | 1 | | |
| Sphaeropteris | 1 | | |
| Cheiloplecton | | 2 | |
| **Total** | **289** | **21** | **2** |

*Mickel y Smith (2004), Cerón-Carpio et al. (2006) y HUAP (2008)*

**Figura 4.16** *Alsophila firma*. Foto: Amparo Bélgica Cerón Carpio.

De las especies para Puebla según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002), seis especies se reconocen en peligro de extinción: *Alsophila firma* (Figura 4.16), *Cyathea divergens var. tuerckheimii, Cyathea fulva, Cyathea schiedeana, Dicksonia gigantea* y *Selaginella porphyrospora*. Además se incluyen tres especies como amenazadas: *Asplenium auritum, Campyloneurum phyllitides* y *Polypodium triseriale*.

Cabe destacar que de las 14 especies de helechos arborescentes registradas para México, nueve (64 %) se encuentran en el estado de Puebla. De estas plantas de porte majestuoso, que para llegar a alcanzar 10 m de altura debieron transcurrir entre 60 a 100 años, se citan para México varias especies de las que se puede obtener el "maquique", material formado por las raíces adventicias de algunas especies de helechos arborescentes.

Por su uso y comercialización como sustrato para cultivar epífitas y como material de construcción y el indiscriminado deterioro de su hábitat, muchas de las especies de México se encuentran amenazadas.

Desafortunadamente, numerosas estructuras y artesanías que se encuentran en venta en las calles y en los viveros, provienen de helechos de más de 100 años de edad, que han sido sacrificados para poder trabajar artesanalmente el "maquique" (Palacios-Rios, 2006). Por lo anterior es preponderante llevar a cabo programas de conservación de estas especies tan ancestrales.

## Angiospermas o Magnoliophyta

*Maricela Rodríguez-Acosta, Agustina Rosa Andrés-Hernández y Yadira Bock Sánchez*

Las angiospermas incluyen todas aquellas plantas que tienen flores y constituyen el grupo más numeroso sobre la tierra. Las Magnoliophytas se agrupan en dos clases: Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Liliopsida (monocotiledóneas). Las primeras se caracterizan por presentar plántulas con dos o más cotiledones, flores con 4 o 5 sépalos y pétalos y hojas con venación ramificada; son el grupo con mayor diversidad en México, con 17 736 especies. La clase Liliopsida, con 4 523 especies (Villaseñor 2004), se caracteriza por presentar plántulas con un sólo cotiledón y flores con 3 sépalos y pétalos o multipos de tres y hojas con venación paralela.

Para Puebla se reportan 4 103 especies: 3 372 corresponden a Magnoliopsida y 731 a Liliopsida (HUAP, 2008), lo que representa el 19 % de las dicotiledóneas y el 16 % de las monocotiledóneas

reportadas para México, lo que significa que una quinta parte de la diversidad del país se encuentra en un sólo estado cuya superficie abarca 34 280 km$^2$ (INEGI 2004), equivalente al 1.7 % de la superficie del país. A grandes rasgos, el estado de Puebla se puede dividir en tres zonas florísticas: Valle de Tehuacán, zona central y Sierra Norte de Puebla. Específicamente, la riqueza del Valle de Tehuacán se debe a que se encuentra localizado en una posición fitogeográfica estratégica donde se observa la participación del componente típicamente tropical y de aquél propio de las zonas áridas mas septeptrionales, lo que explica la gran riqueza concentrada en tan pequeña área (Villaseñor *et al.* 1990). Dávila *et al.* (1993) reporta 161 familias de angiospermas, de las cuales 128 son dicotiledóneas y 33 monocotiledóneas, 862 géneros de angiospermas en esta zona y un total de 2 703 especies. Entre las especies abundantes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán están los tetechos (*Neobuxbaumia* sp.), cardonales (*Pachycereus* sp.), pata de elefante (*Beaucarnea gracilis*), izotes (*Yucca periculosa*), lechuguillas (*Hechtia podantha*), biznagas (*Ferocactus* sp., *Mammillaria* sp.), garambullos (*Myrtillocactus* sp.), mezquites (*Prosopis* sp.), y diferentes especies de agaves entre otras más. Dentro del Valle se han realizado algunos trabajos de tipo etnobotánico. Casas *et al.* (2000) reportan en Zapotitlán de las Salinas 808 especies útiles y Paredes-Flores *et al.* (2007) reconocen 82 familias de las cuales Poaceae, Cactaceae y Asteraceae son numerosas. También Arellano (2002) en San Juan Raya reportó 135 especies útiles; las más abundantes son: Cactaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae.

En la zona central del estado de Puebla, el proyecto "Flora Útil de los Estados de Puebla y Tlaxcala" logró conjuntar esfuerzos en torno al conocimiento florístico y etnobotánico de la zona (Rodríguez-Acosta 1990a). Este proyecto representa uno de los esfuerzos coordinados que se han realizado en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla al realizar inventarios completos en los municipios de Cuauhtinchán (Lazcano *et al.* 1987; Rodríguez *et al.* 1992), Amozoc (*Carreto et al.*,1993), Atlixco (Dorado *et al.* 1989), Tecali de Herrera (Linares 1991), San Nicolás de los Ranchos (Tlapa 1991, Rodríguez y Tlapa 1992, 1997), Guadalupe Victoria (Suazo 1992, Suazo y Rodríguez 1994a, 1994b) y San Miguel Canoa (Macias, 1996), que han estudiado los usos de las especies vegetales de la región central del Estado. Los resultados de este proyecto han proporcionado un listado de más de 1 500 especies (Cuadro 4.15) (Rodriguez-Acosta com. pers).

Quizá la zona menos estudiada la constituye la región Suroeste de Puebla, ya que si bien fue estudiada por Miranda (1942, 1943), no se tiene un reporte

**Cuadro 4.15** Resumen de los municipios estudiados en el Proyecto Flora Útil de los estados de Puebla y Tlaxcala.

| Municipios | Especies | Géneros | Familias |
|---|---|---|---|
| Amozoc | 337 | 234 | 81 |
| Atlixco | 359 | 227 | 81 |
| Cuauhtinchán | 304 | 210 | 78 |
| Guadalupe Victoria | 220 | 140 | 52 |
| San Miguel Canoa | 164 | 70 | 47 |
| San Nicolás de los Ranchos | 620 | 337 | 89 |
| Tecali de Herrera | 233 | 166 | 63 |
| San Luis Teolocholco, Tlax. | 191 | 137 | 63 |

*Carreto et al. 1993; Dorado et al. 1989; Lazcano et al. 1987; Suaso 1992; Macías 1996; Tlapa 1991; Linares 1991; Domínguez 1990.*

completo actualizado al respecto. Sin embargo, existen algunos trabajos realizados en el sur de Puebla por diferentes investigadores, incluyendo los trabajos aislados sobre botánica económica y algunos de tipo florístico entre los que se pueden mencionar las colectas realizadas en el municipio de Huehuetlán (*Hernández et al.* 1995 y Hernández 2002) y el estudio de asociaciones de plantas realizado en el ejido Las Casitas del Municipio de Izúcar de Matamoros (Rivera, 2002) donde se reconocieron 131 especies de 49 familias. Si bien en esta zona se han postergado los estudios florísticos, actualmente se están intensificando las colectas por parte del Herbario y el Jardín Botánico de la BUAP.

Los trabajos de Martínez-Alfaro *et al.* (1995) en la Sierra Norte de Puebla, constituyen la mejor referencia para conocer la diversidad vegetal existente en esa zona. Producto de su trabajo se reportan 616 especies que se utilizan con diferentes propósitos en la zona de Puebla colindante con los estados de Veracruz e Hidalgo. Villalobos (1994) reportó 210 especies comestibles de las cuales 208 son angiospermas. Más tarde, Martínez *et al.* (2007) reportaron 99 familias, 238 géneros y 319 especies asociadas a las zonas cafetaleras en 25 municipios de esta zona. Recientemente, Contreras *et al.* (2008), inventariaron 1 020 especies en el área natural protegida de la cuenca del Río Necaxa.

En el Cuadro 4.16 se muestran las familias más abundantes en México y lo registrado en el Herbario HUAP, Valle de Tehuacán y centro de Puebla. Aquí se puede ver la abundancia de las siete familias más sobresalientes en Puebla con respecto a México. Los porcentajes correspondientes son: Asteraceae (margaritas, cempazúchitl) 20 %, Leguminosae (legumbres) 40 %,

**Cuadro 4.16** Lista de familias de plantas más abundantes en Puebla en el contexto nacional

| Familia | México | Puebla HUAP | Valle Tehuacán- Cuicatlán | Centro de Puebla |
|---|---|---|---|---|
| Asteraceae | 3 021 | 603 | 345 | 243 |
| Leguminosae | 1 274 | 412 | 256 | 99 |
| Poaceae | 1 187 | 276 | 215 | 77 |
| Orchidaceae | 1 145 | 120 | 60 | 5 |
| Cactaceae | 946 | 76 | 81 | 18 |
| Euphorbiaceae | 782 | 147 | 106 | 35 |
| Rubiaceae | 594 | 109 | | 21 |
| Lamiaceae | 530 | 141 | 95 | 53 |
| Scrophulariaceae | 437 | 78 | | 24 |
| Solanaceae | 430 | 127 | 76 | 48 |
| Cyperaceae | 426 | 67 | | 16 |
| Malvaceae | 356 | 78 | | 21 |
| Melastomatace | 209 | 51 | 3 | |
| Cucurbitaceae | 158 | 34 | | 12 |
| Apocynaceae | 123 | 31 | 21 | |
| Liliaceae | 7 | 42 | | 19 |

*HUAP (2008), Villaseñor et. al. (2004)*

Poaceae (maíz, trigo) 23 %, Orchidaceae (orquídeas, vainilla) 10 %, Euphorbiaceae (nochebuena) 19 %, Lamiaceae (menta) 27 %, Solanaceae (tabaco) 30 % y Rubiaceae (café) 18 %. De todas estas familias, la de las legumbres es la más rica, lo que resulta muy importante por su función en la fijación de nitrógeno.

### Familias relevantes en el Estado

La familia Poaceae también está ampliamente representada en Puebla y se considera de gran valor por su papel como fuente de forraje para alimentación del ganado y en la alimentación humana. Aunque la familia Asteraceae es la familia más rica en cuanto a diversidad de especies en México (casi 16 %), en Puebla sobrepasa este porcentaje por un 4 %, lo que indica un mayor número de especies que le pertenecen. El 20 % presente en Puebla puede atribuirse en primer lugar a la importante presencia de los bosques templados de coníferas y encinos en el estado y en segundo término al grado de perturbación en las zonas con cobertura vegetal de las áreas estudiadas, provocadas por los asentamientos humanos ubicados en Puebla, lo que favorece este tipo de plantas (Olivas y Rodríguez-Acosta 1991).

Haciendo un análisis de la distribución de las especies vegetales mencionadas, se puede observar que la diversidad florística inventariada hasta ahora corresponde casi al 50 % de su territorio, quedando la información del otro 50 % pendiente de recabar. Esta afirmación se debe a que en 37 (17 %) municipios de Puebla no se ha realizado trabajo de campo alguno y de 133 de ellos (61.29 %) se tienen muy pocos registros (Figura 4.17), lo que muestra que aún falta muchas áreas por inventariar. La diversidad de angiospermas en el estado de Puebla es más grande de lo que se había estimado, por lo que se requiere intensificar los trabajos de exploración botánica hacia las áreas cuyo estudio se ha postergado, antes de que su destrucción por causa humana lo impida. Con un pleno conocimiento de este grupo de plantas, se podrán ofrecer a la sociedad mexicana alternativas concretas para su uso y aprovechamiento.

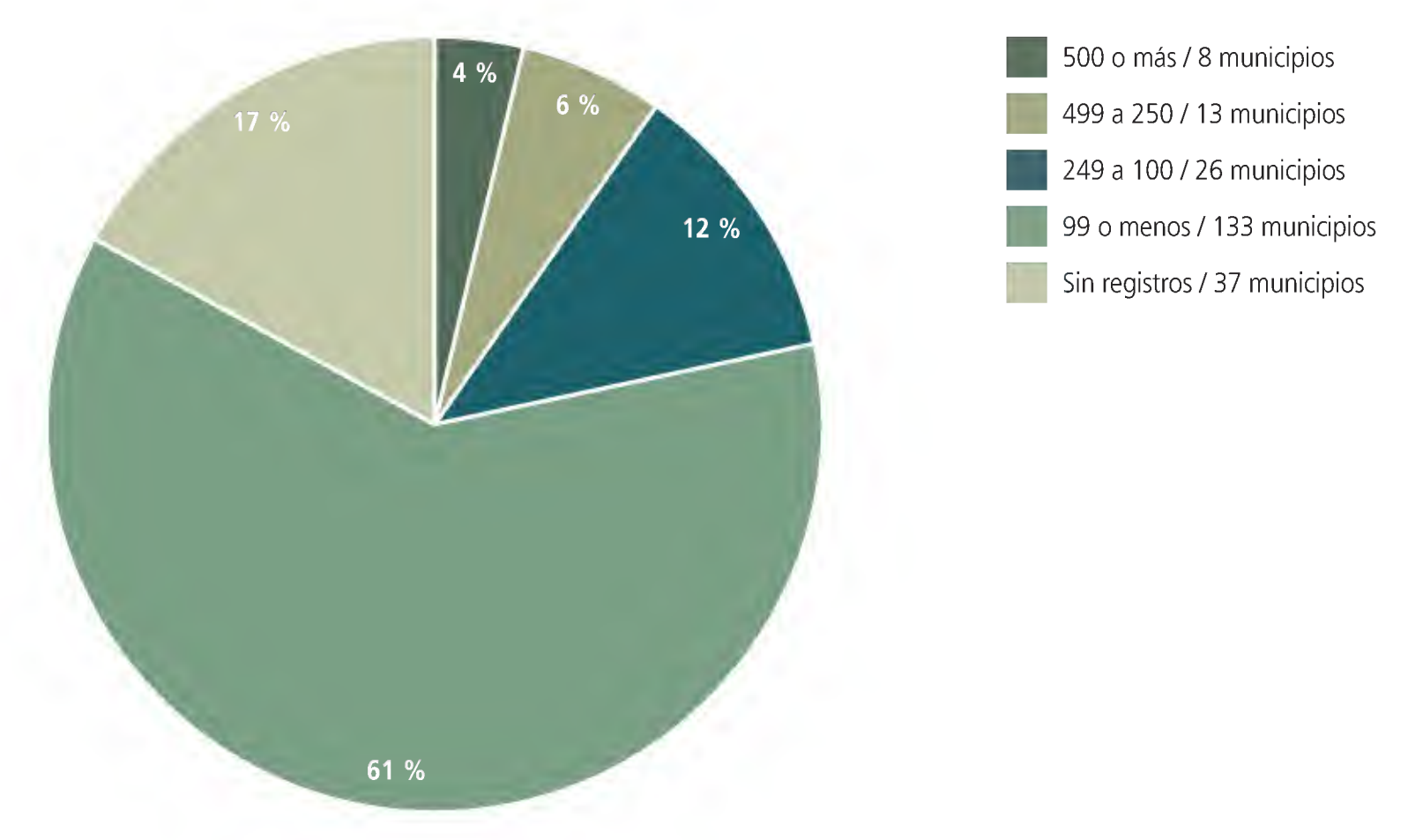



**Figura 4.17** Municipios colectados en el estado de Puebla.

*HUAP (2008). Municipios colectados en el estado de Puebla. En esta figura se muestra el número de municipios de puebla indicando por el color, el número de ejemplares contabilizados en la base de datos hasta el 2008. Lo anterior permite conocer los municipios en los cuales se deben intensificar los trabajos de colecta, por ejemplo: 133 municipios cuentan con 99 o menos registros de plantas en la base de datos del Herbario de la BUAP. Hay que hacer notar que durante 2009 se han incorporado cerca de 2000 registros a la base, lo cual podría modificar los datos que aquí se presentan.*

## Gimnospermas

*Jose Luis Contreras-Jiménez*

Las gimnospermas son plantas con semillas desnudas que generalmente se producen en conos o en estróbilos. Este grupo está representado por cuatro divisiones: Pynophyta, Gynkgophyta, Cycadophyta y Gnetophyta (Cuadro 4.17).

Este grupo de plantas en Puebla incluye siete familias, 11 géneros, 30 especies y seis categorías infraespecíficas para un total de 36 taxa (Cuadro 4.18; Cuadro 4.19), de las cuales 17 corresponden a las Pinaceae que incluye los géneros *Pinus* (16 taxa, 35 % de las reportadas en México para Puebla) y *Abies religiosa* (oyamel o abeto), que junto con algunas especies de la familia Cupressaceae (ciprés o cedro blanco y enebros o sabinos) y *Podocarpus reichei*, son elementos importantes de los bosques templados a lo largo del Eje Neovolcánico (Izta-Popo, Malintzi, Pico de Orizaba) y la Sierra Madre Oriental (Sierra Norte de Puebla, Sierra Negra).

Los pinos, los oyameles y los cipreses son una fuente importante de madera y otros productos industriales (resinas, cortezas) y alimenticios (piñones),

**Cuadro 4.17** Riqueza de gimnospermas en el estado de Puebla en el contexto mundial.

| Phyla | Mundial Géneros / Especies | México Géneros / Especies | Puebla Géneros / Especies |
|---|---|---|---|
| Conyferophyta | 50 / 550 | 10 /83 | 7 / 23 |
| Cycadophyta | 11 / 140 | 3 / 45 | 3 / 5 |
| Ginkgophyta | 1 / 1 | Sólo cultivado | Sólo cultivado |
| Gnetophyta | 3 / 70 | 1 / 5 | 1 / 1 |

*Contreras 2005; Cronquist et al. 1966; Farjon y Styles 1997; Farjon 2005; Medina-Lemus y Dávila-Aranda 1997; Stevenson y Osborne, 1990; Vovides et al. 2004, Zanoni 1982; Zanoni y Adams 1979*

**Cuadro 4.18** Número de Especies de gimnospermas en Puebla respecto a México y el mundo.

| Familia | Mundial Géneros / Especies | México Géneros / Especies | Puebla Géneros / Especies |
|---|---|---|---|
| *Zamiaceae* | 8/100 | 3/47 | 3/5 |
| *Pinaceae* | 11/232 | 4/60 | 2/17 |
| *Cupresaceae* | 27/137 | 3/23 | 2/4 |
| *Taxodiaceae* | 3/5 | 1/1 | 1/1 |
| *Podocarpaceae* | 18/173 | 1/4 | 1/1 |
| *Taxaceae* | 5/17 | 1/1 | 1/1 |
| *Ephedraceae* | 1/35 | 1/5 | 1/1 |
| **Totales** | **73/699** | **14/141** | **11/30** |

*Contreras 2005, Farjon y Styles 1997, Martínez 1963, Medina-Lemus y Dávila 1997, Stevenson y Osborne 1990, Vovides et al. 2004, Zanoni 1982, Zanoni y Adams 1979*

**Cuadro 4.19** Listado de especies de gimnospermas de Puebla

| Familia | Especie | Nombre común |
|---|---|---|
| Ephedraceae | *Ephedra compacta* Rose | pitamoreal, popotillo |
| Pinaceae | *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.<br>*Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl. var. *ayacahuite*<br>*Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schltdl. var. *veitchii* (Roezl) G.R. Shaw<br>*Pinus cembroides* Zucc. subsp. *cembroides* var. *cembroides*<br>*Pinus chiapensis* (Martinez) Andersen<br>*Pinus devoniana* Lindl.<br>*Pinus greggii* Engelm. ex Parl.<br>*Pinus hartwegii* Lindl.<br>*Pinus lawsonii* Roezl ex G. Gordon & Glendinning<br>*Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. y Cham. var. *leiophylla*<br>*Pinus maximino*i H.E. Moore<br>*Pinus montezumae* Lamb. var. *gordoniana* (K.T. Hartweg ex G. Gordon) Silba<br>*Pinus montezumae* Lamb var. *montezumae*<br>*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.<br>*Pinus orizabensis* (D.K. Bailey) D.K. Bailey & Hawksw.<br>*Pinus patula* Schltdl & Cham. var. *patula*<br>*Pinus pringlei* Shaw<br>*Pinus pseudostrobus* Lindl. var. *apulcensis* (Lindl.) Shaw<br>*Pinus pseudostrobus* Lindl. var. *pseudostrobus* fo. *protuberans* Martínez<br>*Pinus pseudostrobus* Lindl. var. *pseudostrobus* fo. *pseudostrobus*<br>*Pinus teocote* Schltdl. & Cham. | oyamel<br>ayacahuite<br>ayacahuite<br>piñón<br>ocote<br><br>ocote<br>ocote<br><br>ocote<br>ocote<br>ocote<br><br>ocote<br><br>ocote<br>ocote<br>ocote<br><br>ocote<br><br>acalocote<br>acalocote<br>acalocote<br>ocote |
| Cupresaceae | *Cupressus lusitanica* Mill. var. *lusitanica*<br>*Cupressus lusitanica* Mill. var. *benthamii* (Endl.) Carrière<br>*Juniperus flaccida* Schltdl.var. *flaccida*<br>*Juniperus flaccida* Schltdl. var. *poblana* Martínez<br>*Juniperus deppeana* Steud.<br>*Juniperus monticola* Martínez | cedro<br>cedro<br>sabino<br>sabino<br>cipres, pino<br>sabino |
| Podocarpaceae | *Podocarpus reichei* J. Buchholz & N.E. Gray | palmillo |
| Taxaceae | *Taxus globosa* Schltdl. | granadillo |
| Taxodiaceae | *Taxodium mucronatum* Ten. | ahuehuete |
| Zamiaceae | *Ceratozamia mexicana* Brongn. var. *robusta* (Miq.) Dyer<br>*Dioon califanoi* De Luca & Sabato<br>*Dioon caputoi* De Luca, Sabato & Vázq. Torres<br>*Dioon edule* Lindl.<br>*Zamia loddigesii* Miq. | <br><br><br>chamal, palma de la virgen<br>palmitas |

*Contreras (2005), Farjon y Styles (1997), HUAP (2008), Martínez (1963), Medina-Lemus y Dávila-Aranda (1997), Stevenson y Osborne (1990), Vovides et al. (2004), Zanoni (1982), Zanoni y Adams (1979)*

que están ligados de manera importante a la economía regional. De las otras familias de gimnospermas presentes en el estado, la Zamiaceae tiene cinco taxa, mientras el resto sólo cuenta con una especie en cada caso. *Ephedra compacta* se localiza en regiones áridas, *Taxus globosus* y *Podocarpus reichei* son especies características del bosque mesófilo, *Taxodium mucronatum* (ahuehuete) es el árbol nacional (Martínez 1963) (Figura 4.18) y está asociado a cuerpos de agua; las Zamiacaeae (cícadas) son plantas con aspecto de palma, consideradas en peligro de extinción, cuya extracción y comercio están prohibidos por las leyes mexicanas (Vovides *et al.* 1983, Vovides *et al.* 2004).

**Figura 4.18** Ahuehuete (Foto: Maricela Rodríguez-Acosta).

En conclusión: las gimnospermas en Puebla son componentes importantes de los bosques templados, en altitudes elevadas, que han sido hasta la fecha las fuentes de productos forestales más importantes, además de prestar servicios ambientales. Su uso intensivo ha provocado la disminución de los tipos de vegetación donde ellas se encuentran, por lo que el estudio de su diversidad y distribución nos ayuda a entender su problemática, manejo y aprovechamiento.

# DIVERSIDAD DE ESPECIES ANIMALES

## Introducción

*Blanca Cantú Montemayor*

El reino animal está formado por una amplia variedad de organismos que tienen en común ciertas características que los distinguen de otros reinos: son pluricelulares (constituidos por más de una célula, las cuales están reunidas estructural y funcionalmente), eucariontes (células con núcleo celular bien definido, delimitado por una membrana, al igual que los organelos del citoplasma) y sus células no cuentan con pared celular; su nutrición es heterótrofa, es decir no producen su propio alimento, y lo obtienen de la ingesta de otros organismos o subproductos de éstos; su metabolismo es aerobio (consumen oxígeno y desechan dióxido de carbono); la reproducción es predominantemente sexual, aunque existen algunos que se reproducen asexualmente; casi todos pueden percibir y responder a los estímulos del medio y tienen la capacidad de desplazarse cuando menos en alguna etapa de su vida; su crecimiento tiene límites precisos, salvo pocas excepciones y presentan un esqueleto interno llamado endoesqueleto (vertebrados) o externo, llamado exoesqueleto (invertebrados).

En el presente capítulo se reporta un total de 1 274 especies pertenecientes al reino animal, lo que representa el 2.1 % de la diversidad nacional, cifra que incluye al zooplancton, helmintos, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Cabe destacar que la avifauna es el grupo mayormente representado en el estado, con 54.7 % de las especies descritas para México y el grupo con menor representatividad son los peces, con tan sólo 47 especies de las 2 692 descritas a nivel nacional, es decir el 1.75 %.

## Zooplancton

*Ernesto Mangas-Ramírez*

La terminología del plancton (del griego "errante") se refiere a la comunidad de invertebrados acuáticos que vive suspendida en el seno del agua; los organismos planctónicos se caracterizan por su tamaño pequeño, ya que varían desde micrómetros hasta unos cuantos milímetros y por tal razón se encuentran expuestos a ser transportados por las corrientes de agua (Wetzel 2001). Las comunidades planctónicas juegan un papel importante dentro de la productividad de un sistema acuático; el zooplancton regula la biomasa fitoplanctónica (microalgas) y bacteriana, además de que aporta materia orgánica particulada a la columna de agua (Finlay *et al.* 1988). El zooplancton de aguas epicontinentales está compuesto por varias comunidades: los protozoos (organismos unicelulares), los rotíferos (filtradores que presentan una corona ciliar para atrapar el alimento) y grupos

de crustáceos (animales acuáticos de apéndices articulados) como cladóceros (herbívoros filtradores) y copépodos (animales cuyos apéndices funcionan a manera de remo). El establecimiento de las diversas poblaciones de cada comunidad depende de la probabilidad de encontrar alimento, de aparearse y de escapar de los depredadores. Todas estas probabilidades están altamente condicionadas a las características del ambiente físico y químico del agua (Conover 1968, Margalef 1983, Wetzel 2001).

En el estado de Puebla, el inventario (INEGI 2000) de sistemas de agua naturales indica un total de 434 ha de superficie ocupadas por un complejo de 15 lagos y lagunas naturales, todas ellas ubicadas en ocho municipios del estado. De ellas, se destacan las lagunas de Alchichica con 100 ha y la laguna de Epatlán con 54 ha. Debido a la manera irregular en que el agua está distribuida, se han construido 14 grandes presas, con un total de superficie embalsada de 5 320 ha de las cuales la presa Manuel Ávila Camacho mejor conocida como "Lago de Valsequillo" ocupa 3 000 ha.

Referente a las investigaciones del zooplancton, una buena parte de estudios realizados principalmente por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla se han llevado a cabo en el lago de Valsequillo. El sistema artificial de mayor envergadura, la laguna de Alchichica, ha sido sujeta a una gran cantidad de estudios, principalmente por la Universidad Nacional Autónoma de México. En el primer caso se han realizado registros taxonómicos, y evaluado el efecto de la remoción de lirio acuático en las poblaciones planctónicas naturales (Mangas-Ramírez 2000, Bernardino 2001), mientras que en Alchichica los estudios predominantes están relacionados a la ecología de comunidades y descripciones taxonómicas (Montiel-Martínez *et al.* 2008; Sánchez *et al.* 2008).

En el universo del plancton lacustre, donde el alimento se encuentra en una suspensión diluida de partículas pequeñas no móviles, las formas de captación más difundidas son la filtración y la sedimentación. La filtración se efectúa mediante la generación de corrientes que pasan a través de un colador formado por apéndices especializados. De esa manera obtienen su comida la mayoría de los copépodos y cladóceros (Margalef 1983, Wetzel 2001).

La sedimentación de partículas se logra por movimientos rotatorios que dan origen a corrientes en torbellinos dirigidas hacia la región bucal. Debido a que gran parte del alimento de estos pequeños filtradores o sedimentados consiste en algas, aunque no con exclusividad, se les considera zooplancton herbívoro (Elías-Gutiérrez 1996).

La importancia del zooplancton radica en que son los consumidores primarios, por lo que se les considera el eslabón entre los productores constituidos por microalgas acuáticas y los consumidores secundarios, como algunos insectos acuáticos, larvas de peces o peces de pequeño tamaño, que sirven de alimento a peces mayores. Los factores que afectan la abundancia y el número de especies del zooplancton necesariamente alteran las comunidades de organismos que dependen de ellos para su subsistencia. Muchas especies del zooplancton presentan endoenzimas que actúan descomponiendo rápidamente el cuerpo de los organismos del zooplancton cuando mueren; esto es de gran importancia para los peces cuando son jóvenes, ya que carecen de jugos digestivos para digerir su alimento. Así, el zooplancton contribuye a ser asimilado fácilmente por los peces, permitiendo su desarrollo en los lagos (Elías-Gutiérrez 1996).

El conocimiento del zooplancton de agua dulce es realmente escaso; actualmente existe en México un reducido número de especialistas que trabaja con estos organismos y la taxonomía fina para especies mexicanas es relativamente reciente. Según la síntesis histórica realizada por Elías-Gutiérrez (1996) los estudios del zooplancton en nuestro país inician en 1916 y a la fecha se tienen estudiados menos del 1 % del total de cuerpos de agua. El propio Gutiérrez (1996) diseña las primeras claves para cladóceros en territorio mexicano después de trabajar con un complejo de embalses y lagos en México. En el estado de Puebla se han estudiado y reportado un total de nueve reservorios, seis de ellos incluidos dentro del Parque ecológico recreativo General Lázaro Cárdenas (Flor del Bosque) y tres sistemas independientes, un sistema natural, la Laguna de Alchichica y dos sistemas artificiales, Bordo Amazcalli y Embalse Manuel Ávila Camacho conocido como Lago de Valsequillo, el cual contiene especies de pulgas de agua muy importantes como los géneros *Daphnia* (Figura 4.19) y *Simocephalus* (Figura 4.20). Su ubicación se encuentra señalada en la Figura 4.21. y Cuadro 4.20.

**Figura 4.19** *Daphnia pulex* o pulga de agua en el Lago de Valsequillo.

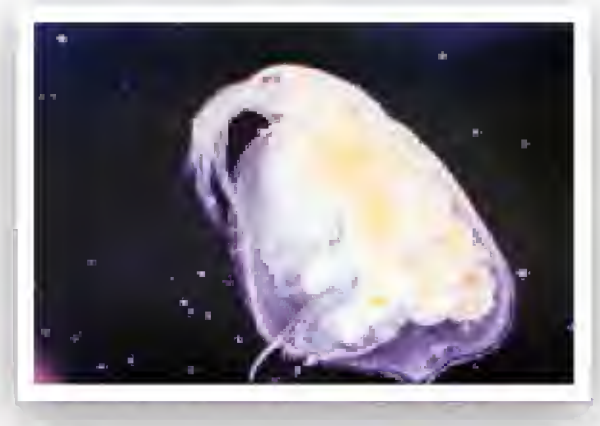


**Figura 4.20** *Simocephalus vetulus* representante del zooplancton del lago de Valsequillo.

**Cuadro 4.20** Distribución de zooplancton en el estado de Puebla

| Localidad | Especie | Autor |
|---|---|---|
| **Cladoceros** | | |
| Flor del Bosque (19º 01′ 17″ y 19º 02′ 01″ latitud norte y a los 98º 05′ 07″ y 98º 07′ 04″ longitud oeste). Bordo I | *Daphnia pulex* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| Flor del Bosque Bordo II | *Daphnia complejo pulex* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Ceriodaphnia reticulata* | Palacios-Sánchez 1998 |
| Flor del Bosque Bordo III | *Daphnia pulex* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| Flor del Bosque La Majada | *Daphnia pulex* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| Flor del Bosque El Charro | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| Flor del Bosque El Zapote | *Moina macrocopa* | Palacios-Sánchez 1998 |
| | *Alona* spp. | Palacios-Sánchez 1998 |
| Valsequillo (18° 57´latitud norte y 9° 06´ con 96° 15´ longitud oeste) | *Daphnia pulex* | Mangas-Ramírez 2000 |
| | *Ceriodaphnia dubia* | Mangas-Ramírez 2000 |
| | *Moina macrocopa* | Mangas-Ramírez 2000 |
| | *Simocephalus vetulus* | Mangas-Ramírez 2000 |
| | *Pleuroxus denticulatus* | Mangas-Ramírez 2000 |
| | *Ceriodaphnia reticulata* | Mangas-Ramírez 2000 |
| Bordo Amatzcalli, municipio de Atlixco (entre los paralelos 18° 56´ latitud norte y 98º 28´ longitud oeste) | *Daphnia pulex* | Águila y Elvira 2002 |
| | *Alona* spp. | Águila y Elvira 2002 |
| | *Ceriodaphnia reticulata* | Águila y Elvira 2002 |
| **Copepodos** | | |
| Valsequillo | *Acantocyclops vernalis* | Salazar 1996 |
| | *Macrocyclops ater* | Salazar 1996 |
| Alchichica (19° 24′ latitud norte y 97° 24′ longitud oeste, a 2,300 msnm) | *Leptodiaptomus garciai* | Montiel-Martínez *et al.* 2008 |
| **Rotiferos** | | |
| Alchichica | *Hexarthra jenkinae* | Sánchez *et al.* 2005 |
| | *Brachionus plicatilis* | Sánchez *et al.* 2005 |

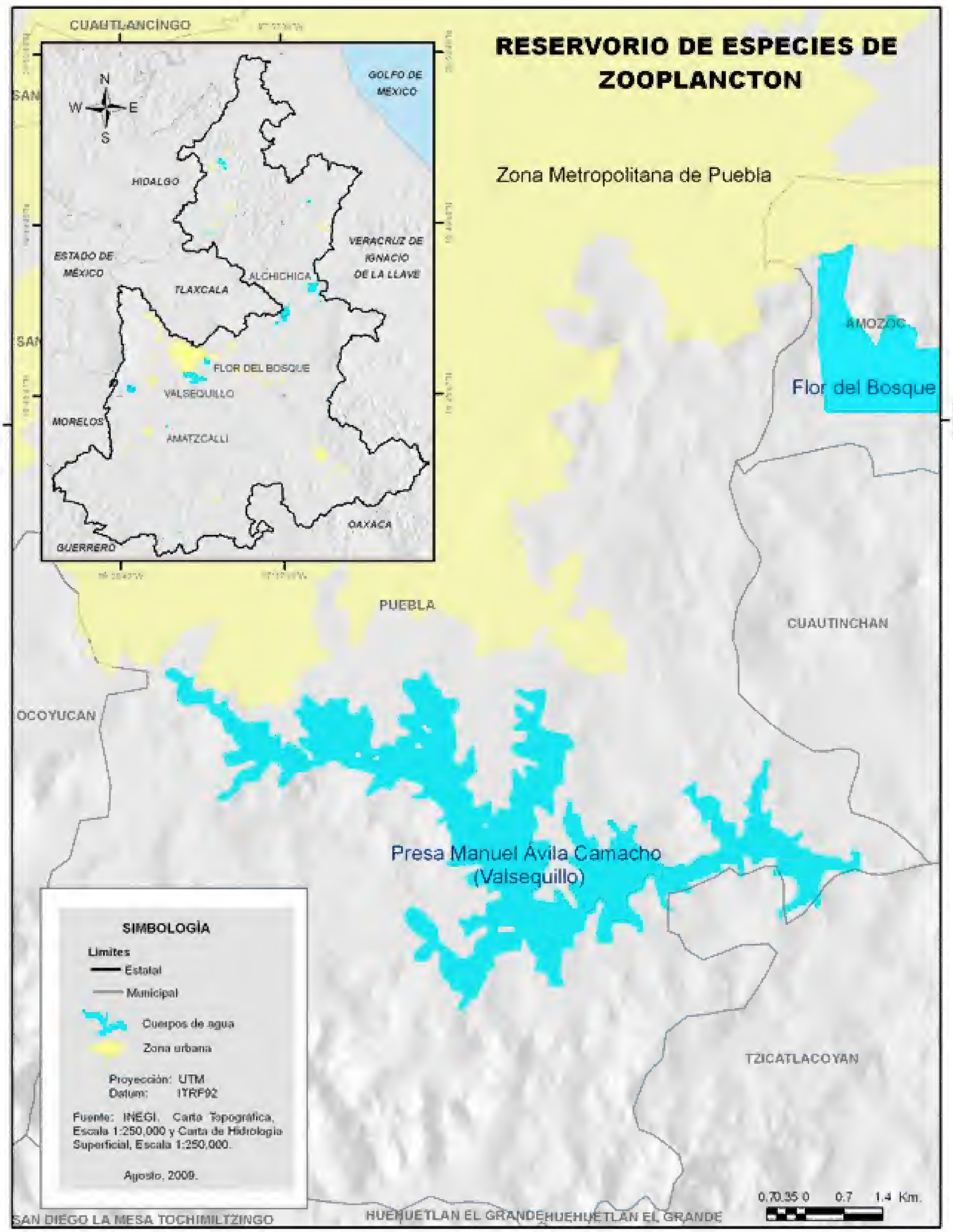



**Figura 4.21** Reservorios de especies de zooplancton en el estado de Puebla.

## Helmintos intestinales

*Alma Delia Ramírez Guarneros y Lino Zumaquero Ríos.*

Las infecciones por helmintos son conocidas desde la antigüedad, sin embargo, hasta hoy no han podido ser erradicadas en el estado de Puebla ni en el país. En las últimas décadas se han establecido campañas erráticas de desparasitación iatrogénicas, que han provocado resistencia de los parásitos a algunos fármacos. Para el año 2007 la Secretaría de Salud de México señalaba a las helmintiasis como la séptima causa de morbilidad, y en particular, en el estado de Puebla, se presentaron 11 731 casos, ocupando el quinto lugar Nacional (SSA 2007).

En trabajos reportados por Ramirez-Guarneros (2005), resultado de diez años de investigación en la población pediátrica de diversas regiones del estado de Puebla, se encontró que la mayor prevalencia de parasitosis por *Ascaris lumbricoides* fue detectada en 1987 en Ciudad Serdán, en el 59.9 % de la población estudiada, identificando a esta zona con un bajo grado de cultura en salud que origina una inadecuada utilización de los servicios médicos. Para el 2007, en la jurisdicción sanitaria de El Seco, la ascariosis sigue siendo una de las quince principales causas de morbilidad con 929 casos. Montaño *et al.* (2008), detectaron una alta prevalencia de geohelmintos en Palmar de Bravo, donde entre las especies más incidentes estuvieron *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichura* y ancylostomideos; en este caso se notificaron dos niños emisores de huevos de *Fasciola hepatica*, tremátodo notificado por Montaño *et al.* (2008) en zonas del municipio Atlixco.

En los mismos trabajos realizados por el grupo de Ramirez Guarneros, las mayores prevalencias de himenolepiosis (entre el 17 % y el 19 %) se encontraron en las poblaciones de Nealtican, San Gregorio Zacapechpan y Acuexcomac, todas clasificadas demográficamente como suburbanas (Ramirez-Guarneros 2005).

En los últimos años los avances en el campo de la salud, han permitido mejorar de manera considerable los niveles de bienestar en casi todo el mundo. Sin embargo, en México, si bien el balance en materia de salud es positivo, todavía queda mucho por hacer en algunas regiones donde ciertas enfermedades, como las transmisibles, siguen siendo prevalentes.

## Insectos de Puebla

*Agustín Aragón García, Ana María Tapia-Rojas, Betzabeth Cecilia Pérez Torres*

### Introducción

De las especies animales y vegetales descritas en 1988, casi un 60 % son insectos, pudiendo existir entre cinco y 40 millones de especies que aún no han sido descritas (Morón y Valenzuela, 1993). Gastón y Spicer (1998) mencionan que estos organismos pueden tener entre 2 a 100 millones de especies. Su importancia radica en varios aspectos: sus hábitos alimenticios son muy diversos, forman parte de casi todas las redes tróficas continentales y litorales y, además poseen una enorme densidad poblacional; esta última fue calculada por Stork (1988) en 42 millones de insectos por hectárea.

Su cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se encuentra un par de antenas (sirven para captar aromas y orientarse), los apéndices bucales que varían de acuerdo al alimento que consuman (masticadores, lamedores, chupadores y picadores) y los ojos que son compuestos y están formados por cientos de facetas; en el tórax se encuentran insertadas tres pares de patas y las alas; el abdomen presenta diferente número de segmentos de acuerdo a la especie.

La información disponible sobre las especies de insectos del estado de Puebla hasta 1986 era escasa, derivada de colectas esporádicas, cuyos ejemplares quedaron depositados en distintas colecciones nacionales o extranjeras, pero sin representantes en una colección estatal. A partir del trabajo realizado por el Instituto de Ciencias de la BUAP y la Escuela de Biología (Ver Estudio de caso 3) de la misma institución, se cuenta con ejemplares depositados en dos colecciones institucionales de centros de educación superior, en las que existen representantes de los siguientes órdenes: Odonata, Orthoptera, Dermaptera, Blattoda, Mantida, Phasmida, Hemíptera, Neuróptera, Coleóptera, Díptera, Lepidóptera e Hymenóptera.

### Descripción de los Órdenes representativos en Puebla

• **Odonata.** Etimológicamente el nombre proviene de la raíz griega *Odous* que significa diente, refiriéndose

específicamente a las piezas bucales de este orden de insectos. Su tamaño varía de 3 a 9 cm. Su cuerpo es alargado y generalmente con una llamativa coloración; sus dos pares de alas son membranosas y alargadas; las patas son raptoras que funcionan para la caza y pesca. Se encuentra dividido en dos subórdenes: Zygoptera, conocidos como "caballitos del diablo", que poseen un cuerpo estrecho y sus alas son semejantes tanto en forma como en tamaño y venación; el otro grupo se denomina Anioptera o "libélulas" que se caracteriza porque sus alas anteriores y posteriores son diferentes y su cuerpo es ancho (Notario 1998). Los registros que se tienen del orden Odonata en Puebla corresponden a 31 especies en total, de las que 14 especies pertenecen al suborden Zygoptera (Cuadro 4.21) y las otras 17 al suborden Anisoptera (Cuadro 4.22). Los zygopteros se encuentran reunidos en cinco familias, nueve géneros y 14 especies. La especie más abundante es *Hetaerina occisa* y las menos representadas son: *Hesperagrion heterodoxum, Megaloprepus caerulatus, Acanthagrion* sp. y *Argia plana*. De los Anisópteros la especie con el mayor número de ejemplares es *Rhionaeschna multicolor* y las menos representadas son *Phyllogomphoides suasus, Corypaeschna luteipennis, Brechmorhoga praecox, Cannaphila insularis funerea, Erythrodiplax funerea* y *Erythrodiplax umbrata*. Los sitios de colecta son: Atlixco, Cuautlancingo, Flor del Bosque y Santo Domingo Huehuetlán el Grande.

• **Hemiptera.** Son conocidos popularmente en México como "chinches de agua", "chinches apestosas de las plantas", "chinches besuconas", "chinches de cama", "jumiles", etc., (Morón y Terrón, 1988). Etimológicamente, el término hemíptero proviene de la raíz griega "hemi" que significa medio y "ptero" que significa ala. Su tamaño varía de 1mm a 12 cm de longitud, la mayoría son terrestres, semiacuáticos o acuáticos (De Linán 1998). Se caracterizan por presentar un aparato bucal picador-succionador con cuatro estiletes encerrados dentro de un "pico", que les sirve para absorber jugo de hierbas o líquido (sangre) (Domínguez 1979 y Morón y Terrón,1998). Generalmente sus dos pares de alas anteriores son duras y se denominan "hemiélitros",

**Cuadro 4.21** Especies del orden Odonata, suborden Zygoptera depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP.

| Familia | Género | Especie |
|---|---|---|
| Calopterygidae | *Hetaerina*<br>*Hetaerina*<br>*Hetaerina*<br>*Hetaerina* | *cruentata*<br>*heterodoxum*<br>*occisa*<br>*titia* |
| Lestidae | *Archilestes* | *grandis* |
| Megapodagrionidae | *Hesperagrion*<br>*Paraphlebia* | *heterodoxum*<br>*zoe* |
| Pseudostigmatidae | *Megaloprepus*<br>*Pseudostigma* | *caerulatus*<br>*aberrans* |
| Coenagrionidae | *Acanthagrion*<br>*Argia*<br>*Argia*<br>*Argia*<br>*Enallagna* | sp.<br>*plana*<br>*tarascana*<br>sp.<br>*praevarum* |

*Fuente: Tapia- Rojas et al. 2005*

**Cuadro 4.22** Especies del orden Odonata, suborden Anisoptera, depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP.

| Familia | Género | Especie |
|---|---|---|
| Gomphidae | *Phyllogomphoides*<br>*Phyllogomphoides* | *suasus*<br>sp. |
| Aeshidae | *Remartinia*<br>*Aeschna* | *luteipennis*<br>*multicolor* |
| Cordulegastridae | *Cordulegaster* | *diadema* |
| Libelludidae | *Brechmorhoga*<br>*Cannaphila*<br>*Erythrodiplax*<br>*Erythrodiplax*<br>*Libellula*<br>*Libellula*<br>*Orthemis*<br>*Pantala*<br>*Perithemis*<br>*Pseudoleon*<br>*Sympetrum*<br>*Tramea* | *praecox*<br>*insularis* ssp. *funerea*<br>*funerea*<br>*umbrata*<br>*croceipennis*<br>*herculea*<br>*ferruginea*<br>*flavescens*<br>*intensa*<br>*superbus*<br>*illotum*<br>*calverti* |

*Fuente: Tapia- Rojas et al. 2005*

mientras que las alas posteriores son membranosas (Sánchez 2003). El orden Hemiptera (Cuadro 4.23) está representado por dos subórdenes: Hydrocorizae y Geocorizae. La especie con el mayor número de ejemplares colectados es *Dysdercus* sp. y las especies con un sólo individuo son: *Rasabus bigittus, Pselliopus cinctus, Triatoma pallidipennis* y *Nezara viridula*; estos ejemplares han sido colectados en Amatlán, Atencingo, Atlixco, Ciudad Serdán, Cuetzalan, Chietla, Izúcar de Matamoros, San Martín Texmelucan, San Miguel Xoxtla, San Pedro Chapulco, Santa Rita Tlahuapan, Santiago Yancuictlalpan, Santo Domingo Huehuetlán, Tecali de Herrera, Tehuacán, Teziutlán, Tlachichuca, Tlacotepec y Zacatlán.

• **Coleoptera.** Los coleópteros son uno de los grupos de insectos más diversos en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitat, por lo que en todo el mundo muchos naturistas y científicos se han dedicado a coleccionarlos, identificarlos y estudiar sus hábitos y distribución durante los últimos 200 años. En México se identifica comúnmente a los ejemplares adultos con nombres derivados de la lengua náhuatl como: "mayates", "pipioles" "temoles" y "jicotes" y se han citado cerca de 1 400 especies que pertenecen a cinco familias: Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae (Morón *et al.* 1997). Las alas anteriores son duras y se denominan élitros, formando una armadura que protege la parte posterior del tórax,

**Cuadro 4.23** Hemípteros depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP.

| Familia | Género | Especie |
|---|---|---|
| Notonectidae | *Notonecta*<br>*Arilus*<br>*Zelus* | spp.<br>*cristatus*<br>spp. |
| Reduviidae | *Apiomerus*<br>*Castolus*<br>*Pselliopus*<br>*Pselliopus*<br>*Triatoma* | spp.<br>*plagiaticollis*<br>spp.<br>*cinctus*<br>*pallidipennis* |
| Phymatidae | *Phymata* | spp. |
| Lygaeidae | *Myodocha*<br>*Lygaeus* | sp.<br>spp. |
| Largidae | *Largus* | sp. |
| Pyrrhocoridae | *Dysdercus*<br>*Spartocera*<br>*Capaneus* | spp.<br>*fusca*<br>sp. |
| Coreidae | *Leptoglossus*<br>*Hypselonotus*<br>*Acanthocephala*<br>*Thasus*<br>*Zicca* | |
| Rophalidae | *Harmostes* | spp. |
| Scutelleridae | *Tetyra*<br>*Edessa*<br>*Euschistus* | sp.<br>*reticulata*<br>*tristigmus* |
| Pentatomidae | *Murgantia*<br>*Cuspicona*<br>*Nezara* | *histrionica*<br>*simplex*<br>*viridula* |

al segundo par de alas y al abdomen. En la mayoría de las especies, las alas anteriores no se usan durante el vuelo, pero deben ser levantadas para poder usar las alas traseras. Tienen importancia económica como destructores del follaje de numerosos cultivos, como barrenadores de madera y de productos almacenados, como degradadores de materia vegetal y animal, y como depredadores de otras especies dañinas. (Morón y Terrón 1988). Se cuenta con 16 562 ejemplares del orden Coleoptera, que representan a 322 especies, 95 géneros, 13 subfamilias y 14 familias. La superfamilia mejor representada es Scarabaeoidea (Cuadro 4.24); aquí pertenece la familia Passalidae (Figura 4.22) representada por los géneros *Ptichopus, Odontotaenius* y *Heliscus*; la Scarabaeidae por *Deltochilum, Sisyphus, Copris, Dichotomius, Ontherus, Onthophagus, Evoniticellus, Aphodius, Agrilinus, Onthotrupes, Ceratotrupes, Bolbelasmus, Eucanthus, Halffterius, Ochodaeus, Parochodaeus;* mientras que la Melolonthidae tiene representantes de los géneros *Chnaunanthus, Diplotaxis, Phyllophaga* (Figura 4.23), *Polyphylla, Macrodactylus, Isonychus, Hoplia, Parisolea, Chrysina, Plusiotis, Callistethus, Anomala, Epectinaspis, Platycoelia, Ancognatha, Cyclocephala, Orizabus, Xyloryctes, Strategus, Ligyrus, Dynastes, Cotinis, Euphoria* y la familia Trogidae que está representada por el género *Trox*. De las especies que se han colectado, los géneros *Phyllophaga, Diplotaxis* y *Anomala* son las mejor representadas con 24, 12 y nueve especies respectivamente. Las colectas fueron realizadas en Amixtlan, Amatlán, Atencingo, Atlixco, Atotocoyan, Ciudad Serdán, Cuetzalan, Chietla, Chignautla, Huitziltepec, Izúcar de Matamoros, Jolalpan, Jonotla, Miahuatlán, Naupan, Pahuatlán, San Francisco Altepexi, San Felipe Teotlalcingo San Martín Texmelucan, San Miguel Xoxtla, San Pedro Chapulco, Santa Rita Tlahuapan, Santiago Yancuictlalpan, Santiago Zautla, Santo Domingo Huehuetlán, Tecali de Herrera, Tehuacán, Tepeojuma, Teziutlán, Tlachichuca, Tlacotepec, Tochimilco, Tzicatlacoyan, Xicotepec de Juárez, Yaonahuac, Zacatlán y Zapotitlán.

**Figura 4.22** Familia Passalidae: *Passalus* sp. (Foto: Agustín Aragón García).

**Figura 4.23** Familia Melolonthidae: *Phyllophaga Vetula* (Foto: Jorge Valdez Carrasco).

• **Lepidoptera.** Son insectos con cuatro grandes alas insertadas en meso y metatórax provistas con escamas a ambos lados y pigmentos, lo que les proporcionan un color llamativo, a veces tornasolado o iridiscente; poseen dos grandes ojos con dos o ningún ocelo; sus antenas son de diversas formas y tienen un aparato bucal complejo (chupador-succionador), con las mandíbulas reducidas y las maxilas transfor-

**Cuadro 4.24** Especies de Coleóptera Scarabaeoidea, depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP.

| Familia | Subfamilia | Género | Especie |
|---|---|---|---|
| Passalidae | Passalidae | *Ptichopus* | *angulatus* Percheron |
| | | *Odontotaenius* | *zodiacus* Truqui |
| | | *Heliscus* | *tropicus* Percheron |
| Scarabaeidae | Sccarabaelinae | *Deltochilum* | *mexicanum* Burmeister |
| | | *Sisyphus* | *submonticolus* Howden |
| | | *Copris* | *armatus* Harold *y incertus* Say |
| | | *Dichotomius* | *colonicus Say y satanas Harold* |
| | | *Ontherus* | *mexicanus* Harold |
| | | *Onthophagus* | *cyanellus* Bates; *lecontei* Harold; *nasicornis* Harold; *mexicanus* Bates; *mextexus* Howden; *aureofuscus* Bates; *aztecus* Zunino & Halffter; *chevrolati* Harold |
| | | *Euoniticellus* | *intermedius* Reiche |
| | Aphodiinae | *Aphodius* | *cruentatus* Le Conte: *lividus* Olivier; *opisthius* Bates |
| | | *Agrilinus* | *azteca* Harold |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.24*

| Familia | Subfamilia | Género | Especie |
|---|---|---|---|
| | Melolonthinae | *Chnaunanthus* | *discolor* Burmeister |
| | | *Diplotaxis* | *fossifrons* Moser; *jacala* Vaurie; *mediafusca* Vaurie; *turgidula* Vaurie; *truncatula* Le conte; *sinuans* Vaurie; *hebes* Bates; *puberea* Bates; *consentanea* Bates; *cribaticollis* Blanchard; *brevicollis* Le Conte; *simples* Blanchard; *tarsalis* Schaeffer |
| | | *Phyllophaga* | *heteronycha* Bates; *obsoleta* Blanchard; *ravida* Blanchard; *rugithorax* Saylor; *vetula* Horn; *xanthe* Bates; *atra* Moser; *collaris* Moser; *godmani* Bates; *bucephala* Bates; *blanchardi* Arrow; *haagi* Saylor; *hidalgoana* Saylor; *hintoni* Saylor; *Hoegei* Bates; *macgregori* Morón; *multipora* Bates; *platyrhina* Bates; *platti* Saylor; *quadriphylla* Saylor; *schenklingi* Moser. *arribans* Saylor; *certanca* Saylor; *dentex* Bates |
| | | *Polyphylla* | *hammondi* Le Conte |
| | | *Macrodactylus* | *nigripes* Bates; *mexicanus* Burmeister |
| | | *Isonychus* | *ocellatus* Burmeister; *piperitus* Bates |
| | | *Hoplia* | *squamifera* Burmeister; *subcostata* Bates |
| Melolonthidae | Rutelinae | *Parisolea* | *pallida* Candéze |
| | | *Chrysina* | *macropus* Francillon; *peruviana* Kirby. |
| | | *Plusiotis* | *adelaida* Hope; *sallei* Boucard; *aurofoveata* Morón; *alticola* Bates; *orizabae* Bates |
| | | *Callistethus* | *cupricollis* Chevrolat. |
| | | *Anomala* | *inconstans* Burmeister; *sticticoptera* Blanchard; *denticollis* Bates; *chevrolati* Bates; *castaniceps* Bates; *semicincta* Bates; *terroni* Morón & Nogueira; *donovani* Stephens; *undulata* Melsheimer |
| | | *Epectinaspis* | *opacicollis* Bates |
| | | *Platycoelia* | *humeralis* Bates |
| | Dynastinae | *Ancognatha* | *falsa* Arrow |
| | | *Cyclocephala* | *lurida* Bates; *fasciolata* Bates; *jalapensis* Casey; *lunulata* Burmeister; *complanata* Burmeister; *melanocephala* Fabricius; *weidneri* Endrödi |
| | | *Orizabus* | *clunalis* Le Conte; *batesi* Prell;*brevicollis* Prell; *rubricollis* Prell; *fairmairei* Bates; *vulcanicus* Morón, Tapia & Aragón |
| | | *Xyloryctes* | *telephus* Burmeister; *ensifer* Bates; *furcatus* Burmeister |
| | | *Strategus* | *aloeus* Linnaeus |
| | | *Ligyrus* | *sallei* Bates |
| | | *Dynastes* | *hyllus* Chevrolat |
| Cetoniidae | Cetoniinae | *Cotinis* | *mutabilis* Gory & Percheron. |
| | | *Euphoria* | *basalis* Gory & Percheron; *vestita* Gory & Percheron |
| Geotrupidae | Geotrupinae | *Onthotrupes* | *herbeus* Jekel |
| | | *Ceratotrupes* | *bolivari* Halffter; *fronticornis* Ericsson |
| | | *Bolbelasmus* | *variabilis* Howden |
| | | *Eucanthus* | *mexicanus* Howden |
| | | *Halffterius* | *rufoclavatus* Jekel |
| | Ochodaeinae | *Ochodaeus* | *howdeni* Carlson |
| | | *Parochodaeus* | *howdeni* Carlson |
| Trogidae | Troginae | *Trox* | *spinolosus* Robinson; *plicatus* Robinson |

*Fuente: Colección entomológica DAGAM-ICUAP*
*Las subfamilias Melolonthinae, Rutelinae y Dynastinae pertenecen a la familia Melolonthidae según la clasificación del libro "Atlas de los escarabajos de México" cuyos autores son: Miguel Ángel Morón, Brett C. Ratcliffe y Cuauhtemoc Deloya; fue editado por la Sociedad Mexicana de Entomología en el año 1997.*

madas en una espiritrompa; sus patas son largas y delgadas. Las larvas son orugas ápodas que sólo se ocupan de alimentarse para soportar su posterior estadio de pupa y llegar a la fase de adulto (De Liñan 1998; Morón y Terrón 1988; Daccordi *et al.* 1989, Lobsen 1977). Se tiene el registro de 1 029 mariposas (Cuadro 4.25) pertenecientes a la superfamilia cuatro, que está representada por cuatro familias: Papilionidae (Figura. 4.24) con una subfamilia, cinco géneros, 10 especies; Pieridae con tres subfamilias, cinco géneros y cinco especies; Nymphalidae con cinco subfamilias, siete géneros y ocho especies y Lycaenidae

**Figura 4.24** Familia Papilionidae: *Pyrrhostictaa garamas* (Foto: Agustín Aragón García).

**Cuadro 4.25** Lepidópteros diurnos depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP. Fuente: Vélez y Tapia 2008.

| Familia | Subfamilia | Género | Especie |
|---|---|---|---|
| Papilionidae | Papilloninae | *Parides*<br>*Mimoides*<br>*Mimoides*<br>*Papilio*<br>*Papilio*<br>*Papilio*<br>*Papilio*<br>*Pterourus*<br>*Pyrrhostica* | *montezuna*<br>*thymbraeus*<br>*ilus branchus*<br>*pharnaces*<br>*thoas autocles*<br>*cresphontes*<br>*polyxenes asterius*<br>*multicaudata*<br>*garamas*<br>*garamas garamas* |
| Pieridae | Dismorphiinae | *Enantia* | *albania* |
| | Coliadinae | *Colias*<br>*Phoebis*<br>*Eurema* | *eurytheme*<br>*sennae*<br>*proterpia* |
| | Pierinae | *Catasticta* | *flisa* |
| Nymphalidae | Heliconiinae | *Dione* | *juno*<br>*glycera* |
| | Nymphalinae | *Nymphalis*<br>*Catonephele* | *antiopa antiopa*<br>spp |
| | Charaxinae | *Anaea* | *pithyusa* |
| | Satyrinae | *Pareuptychia*<br>*Dircenna* | *ocirrhoe*<br>spp |
| | Morphinae | *Morpho* | *acrilles montezuma* |
| Lycaenidae | Lycaeninae | *Eumaeus*<br>*Psedolycaena* | *miniias*<br>*damo* |

*Pyrrhostica garamas garamas y garamas spp, se toman de las contribuciones de Hancock (1983) y Miler (1987). Citados por Llorente y Martínez del capítulo "Análisis conservacionista de las mariposas mexicanas Papilionidae (Lepidoptera; Papilionidea) En: Ramammorthy, T., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.) 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.*

con dos subfamilias, dos géneros y dos especies. Los sitios de colecta son en su mayoría zonas agrícolas ubicadas en Amatlán, Atlixco, Atotocoyan, Cuetzalán, Mazatepec, Xicotepec de Juárez y Zoquiapan.

### Conclusión

Conocer con exactitud el número de especies de insectos en el estado de Puebla requiere de apoyos económicos y proyectos que permitan la incorporación de personas especializadas en la clase Insecta. De esta forma se podrán conocer los patrones de diversidad a nivel regional que son de suma importancia para incorporarlos a los registros que se tienen a nivel nacional, ya que representan un acervo científico invaluable para las futuras generaciones.

## Peces

*Anabella Handal Silva, Adolfo Pérez Vargas, Carolina Morán Raya*

### Introducción

La variabilidad fisiográfica y el relativo aislamiento de la mesa central da como resultado que la ictiofauna del estado de Puebla tenga su origen en las familias neárticas (Cyprinidae, Catostomidae e Ictaluridae) y neotropicales (Ciclidae, Poeciliidae y Characidae) así como a la adaptación de varias especies de origen marino, pertenecientes a la familia Atherinopsidae del género *Chirostoma*, que habitan los lagos-cráter de la región Oriental (De Buen 1945; Álvarez del Villar 1978; Miller 1986; Alcocer *et al.* 1998).

Los primeros estudios sobre los peces del estado fueron de carácter taxonómico, realizados por Jordan y Snyder (1900) y Meek en (1902, 1904). Entre 1940 y 1980 se publicaron importantes contribuciones como De Buen (1941, 1942, 1946 y 1947 a, b, c), Hubbs y Turner (1963), Miller (1986), Miller y Smith (1986), Espinoza *et al.* (1993) que describen algunas especies y su distribución en las cuencas del Balsas y Papaloapan y de los ríos Pánuco, Tecolutla, Mixteco, Coatzacoalcos, Cazones y Nautla. Álvarez (1963) describe en la cuenca del río Balsas especies de las familias Cyprinidae, Goodeidae y Atherinopsidae. Posteriormente, Álvarez (1972) menciona que en la región del Balsas la ictiofauna es neotropical por la presencia de una especie de cada uno de los géneros *Astyanax, Poecilia* y *Cichlasoma*.

Miller en 1986 hace referencia a la presencia de 15 especies de agua dulce nativas de la cuenca del río Balsas. Ramírez-Enciso (1991) reporta *Ctenopharyngodon idella, Heterandria bimaculata, Poecilia reticulata* y *Tilapia rendalli* como nuevos registros para la cuenca. Según Soto Galera *et al.* (1998), las colecciones de peces dulceacuícolas mexicanas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos reportan 37 especies y 26 géneros incluidos en 10 familias, pertenecientes a la ictiofauna Balseana y menciona que algunas secciones de los ríos Atoyac y Mixteco de la zona oriental de la región del Balsas se encuentran poco representada en las colecciones.

El conocimiento de la diversidad de peces en el estado de Puebla se encuentra disperso y es limitado. En la mayoría de los trabajos se menciona parte de la ictiofauna relacionada con la cuenca del Balsas y se conoce poco en relación a las regiones del estado que corresponden a las cuencas del Pánuco, Papaloapan y Tuxpan-Nautla. Por lo anterior, en este trabajo se plantea un acercamiento al conocimiento actual de la ictiofauna y su distribución en la entidad.

### Estado del conocimiento de los peces

La fauna dulceacuícola del estado de Puebla se localiza en cuatro regiones hidrológicas: Río Balsas, que está subdividida en 10 cuencas, de las cuales, cuatro se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano y que suman en conjunto el 59.14 % de la superficie estatal que desemboca en el Pacífico y el 35 % de las especies de peces son endémicas a la cuenca; región Tuxpan-Nautla que en la entidad está representada por cuatro cuencas y ocupa el 20 % del estado; Papaloapan, que comprende dos cuencas que constituyen aproximadamente el 16.05 % de la superficie total estatal y posee el 22 % de endemismo íctico; Río Pánuco, que ocupa unas decenas de $km^2$; el 30 % de las especies de peces son endémicas a la cuenca. En la región existe además una presa, cinco manantiales de aguas termales y cuatro de aguas minerales, trece lagunas y dos presas hidroeléctricas (Enciclopedia municipios de México, Puebla 2005, INEGI 2000, 2009).

Como resultado del análisis bibliográfico e ictiológico en distintas colecciones, se encontró que para el estado se tienen registradas 47 especies de peces pertenecientes a 10 familias, 13 de las cuales son endémicas y se distribuyen de la siguiente manera: siete en la cuenca del Balsas; dos en la del Papaloapan y las cuatro restantes en los lagos cráter. Existen 14 especies nativas y 20 introducidas en la región para fines de acuarismo o fomento pesquero, 13 son especies de otras regiones de México, de las restantes siete tres son asiáticas, tres africanas y una de Norteamérica, las cuales se enlistan en el Cuadro 4.26 (Miller 1986, Espinosa *et al.* 1993, Miller *et al.* 2005).

En la Región del Balsas los peces neotropicales están representados por un cíclido endémico llamado *Cichlasoma istlanus*, y algunas especies de poecílidos. Entre las especies neárticas invasoras de esta provincia están *Iliodon whitei, Istlanus balsanus* y *Notropis boucardi* (Vega 2003). Mejía (2001) reporta para la cuenca del Balsas a las especies *Cichlasoma nigrofasciatum,*

**Cuadro 4.26** Relación de especies de peces registradas en Puebla (De Buen 1940, Álvarez del Villar 1950, 1970, Miller 1986, Espinosa *et al.* 1993, 2004, Contreras-MacBeath, Handal 1997, Miller *et al.* 2005) y la colección ictiológica del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM

| Familia | Especies | Origen | Localidad |
|---|---|---|---|
| Cyprinidae | *Notropis boucardi* (carpita del Balsas) | Endémica | Cuenca del Balsas y ríos Atoyac, Nexapa y Mixteco |
| | *Aztecula sallaei* (carpita azteca) | Nativa | Río Pánuco y cuenca del Balsas |
| | *Notropis imeldae* | Nativa | Rìos Verde y Atoyac |
| | *Notropis ipini* (carpa Veracruzana) | Nativa | Río Pánuco |
| | *Cyprinus carpio* (carpa común) | Introducida | Distribuidos en la mayoría de los Municipios del Estado (acuacultura) |
| | *Carassius auratus* (carpa dorada) | Introducida | Especie de ornato |
| | *Ctenopharyngodon idella* (carpa hervívora) | Introducida | Acuacultura |
| Characidae | *Astyanax fasciatus* (pepesca) | Nativa | Ríos Papaloapan y Balsas |
| | *Astyanax fasciatus mexicanus* (sardina mexicana) | Nativa | Ríos Balsas, Papaloapan y Pánuco |
| Ictaluridae | *Ictalurus balsanus* (bagre del Balsas) | Endémica | Cuenca del Balsas, ríos y arroyos de Puebla |
| | *Ictalurus punctatus* (bagre de canal) | Introducida | *Ríos Pánuco y Cazones<br>Mixteca: Acatlan de Osorio, Jojalpan, Huachinantla (acuacultura) |
| Salmonidae | *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoiris) | Introducida | Puebla, Atlixco, Chietla, Epatlán, Calpán, Santa Rita, Tlahuapán, Jojalpán, Acatlán de Osorio, Huachinango (acuacultura y pesca deportiva) |
| Mugilidae | *Joturus pichardi* (bobo) | Introducida | * Río Nautla |
| Goodeidae | *Ilyodon whitei* (Mexcalpique cola partida) | Endémica | Cuenca del Balsas |
| | *Girardinichthys multiradiatus* (Mexcalpique de Zempoala) | Nativa | Cuenca del Balsas |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.26*

| Familia | Especies | Origen | Localidad |
|---|---|---|---|
| | *Poeciliopsis balsanus* (guatopote del Balsas) | Endémica | Río Balsas |
| | *Heterandria bimaculata* (guapote manchado) | Introducida | *Río Nautla, cuenca del Balsas, río Atoyac, Papaloapan |
| | *Heterandria jonesi* (guatopote) | Nativa | Cuenca del Balsas, ríos Pánuco, Nautla, Atoyac Papaloapan, lago de Aljojuca |
| | *Poecilia maylandi* (topote del Balsas) | Endémica | Cuenca del Balsas |
| | *Poecilia sphenops* (topote mexicano) | Nativa | Mayoría de ríos que pasan por el estado |
| | *Poecilia reticulata* (guppi) | Introducida | *Cuenca del Balsas y Laguna de Almoloya |
| | *Poeciliopsis infans* (guatopote del Lerma) | Introducida | *Río Balsas |
| Poeciliidae | *Poeciliopsis gracilis* (guatopote jarocho) | Introducida | *Río Balsas, Pánuco y Papaloapan |
| | *Xiphophorus helleri* (cola de espada) | Introducida | *Cuenca de los ríos Nautla y Balsas |
| | *Xiphophorus evelynae* (espada del Necaxa) | Nativa | Río Necaxa y cuenca del Balsas |
| | *Xiphophorus maculatus* (platy sureño) | Introducida | *Río Nautla, cuenca del río Pánuco y Occidente de Puebla |
| | *Xiphophorus andersi* (espada del Atoyac) | Nativa | Río Atoyac y tributarios |
| | *Gambusia regani* (guayocón del fortón) | Nativa | Ríos Pánuco y Nautla |
| | *Xiphophorus variatus* (platy de valles) | Introducida | *Ríos Soto, la Marina y Pánuco |
| | *Poecilia butleri* | Nativa | Cuenca del Balsas |
| | *Poblana squamata* (charal de Quechulac) | Endémica | Lago de Quechulac |
| | *Poblana letholepis* (charal de la Preciosa) | Endémica | Lago Las Minas(La Preciosa) |
| | *Poblana alchichica De Buen* (charal de Alchichica) | Endémica | Lago de Alchichica |
| | *Poblana ferdebueni* (charal de Almoloya) | Endémica | Lago Almoloya |
| Atherinopsidae | *Chirostoma grandocule* (charal del lago) | Introducida | *Reservorios de Puebla |
| | *Chirostoma jordani* | Introducida | *Ríos Cazones Tecolutla y Pánuco |
| | *Chirostoma estor* (pescado blanco) | Introducida | *Reservorios de Puebla |
| | *Atherinella sallei* (plateadito del Papaloapan) | Nativa | Ríos Papaloapan y Coatzacoalcos |
| | *Atherinella balsana* (plateadito del Balsas) | Endémica | Cuenca del Balsas y Nexapa |
| Centrarchidae | *Micropterus salmoides* (lobina negra) | Introducida | *Reservorios de Puebla (pesca) |

*Continúa cuadro 4.26*

| Familia | Especies | Origen | Localidad |
|---|---|---|---|
| Cichlidae | *Cichlasoma istlanum* (mojarra del Balsas) | Endémica | Cuenca del Balsas y río Papagayo |
| | *Vieja fenestrata* (mojarra de la lana) | Nativa | Río Papaloapan |
| | *Cichlasoma nigrofasciantum* | Introducida | Acuacultura |
| | *Oreochromis mossambicus* | Introducida | Acuacultura |
| | *Oreochromis* sp.(tilapia) | Introducida | Mixteca: Acatlan de Osorio, Jojalpan; Chiautla (acuacultura) |
| | *Cichlasoma bulleri* (mojarra de sarabia) | Endémica | Río Papaloapan |
| | *Cichlasoma nebuliferum* | Endémica | Río Papaloapan |

** Especies transplantadas en el mismo país.*

*Oreochromis mossambicus,* (Cichlidae), *Poecilia reticulata, Poeciliopsis gracilis* y *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae), que fueron introducidas en la cuenca del Balsas con fines de acuacultura (Contreras-Balderas *et al.* 1984, Contreras-MacBeath *et al.* 1998) y que representan actualmente poblaciones pequeñas por su número y muy localizadas, sin embargo se convierten en un registro importante por su rango de invasión en la cuenca. En relación a la abundancia de especies, en la cuenca del Balsas se reportan las siguientes: *Lile gracilis, Astyanax fasciatus, Poecilia butleri, Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis fasciata*, en tanto que las especies *Astyanax fasciatus, Poecilia sphenops* y *Cichlasoma istlanum* presentan un patrón geográfico más amplio dentro de la zona (Mejía 2001).

## Principales amenazas

Una de las principales amenazas para la ictiofauna en el estado de Puebla es la contaminación de ríos y lagos y de manera particular del río Atoyac y Alseseca, que drenan un equivalente al 49 % de la superficie del estado (INEGI 2009, Saldaña 2006). A consecuencia de la contaminación, algunas especies de la cuenca del Balsas se encuentran amenazadas y en peligro de extinción: *Ilyodon withei, Cichlasoma istlanum, Poeciliopsis balsas, Ictalurus balsanus,* e *Hybopsis boucardi* que fueron descritas en lugares donde en la actualidad es imposible encontrar peces, lo que ilustra el grado de deterioro del agua en la región. Es alarmante la forma en que ha disminuido su pesquería; se encuentran cada vez más reducidas las capturas y de menor talla los ejemplares como consecuencia de la contaminación del medio (Luna Figueroa 2006, De la Vega Salazar 2003).

Otra de las principales amenazas es la introducción de especies exóticas como *Cyprinus carpio, Carassius auratus, Ctenopharyngodon idella, Ictalurus punctatus, Poecilia reticulata, Chirostoma estor, Oncorhynchus mykiss,* y *Cichlasoma nigrofasciantum,* que han sido distribuidas en la mayoría de los municipios del estado como especies de ornato, acuacultura o fomento pesquero, entre ellos: la Mixteca, el Eje Neovolcánico, la Sierra Norte, la Sierra Negra, la Sierra Nororiental, Izúcar de Matamoros, Chignaguapan, así como en la cuenca Oriental y en los lagos-cráter, donde se han introducido carpas japonesas como *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus* en Aljojuca y Tecuitlapa. Asimismo, en Quechulac y la Preciosa se desarrollan cultivos de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) que constituyen un peligro para las especies endémicas de los lagos-cráter (*Poblana alchichica, P. letholepis, P. squamata*). Otras amenazas como resultado de las actividades humanas es la tala de árboles, el sobrepastoreo y la sobreexplotación agrícola del suelo, lo que contribuye a acelerar los procesos erosivos que limitan la captación del agua y por consiguiente la recarga de acuíferos, de manera particular, en la cuenca Oriental; esto pone en riesgo la existencia de la biota acuática en general incluyendo la endémica (Espinosa *et al.* 2004, Alcocer *et al.* 2005).

Las especies introducidas son 20 y representan el 43.1 % del total de las reportadas para la entidad (ver cuadro 4.26), situación que constituye una amenaza para las comunidades acuáticas nativas porque alteran las condiciones del hábitat, modifican la estructura de las comunidades en los diferentes niveles tróficos e introducen enfermedades que pueden dar por resultado la eliminación de especies endémicas de importancia económica y ecológica (Alcocer *et al.* 2005, Contreras-Balderas y Escalante 1984, Torres-Orozco 1991).

### Conclusión

La introducción de especies exóticas y la degradación y destrucción del hábitat por la contaminación son los principales factores de riesgo para las especies nativas de peces del Estado. En relación a la introducción de especies exóticas, se debe realizar la siembra, tomando en cuenta las características ecológicas de la especie que se va a introducir y el lugar, para que no compita con las especies existentes en los cuerpos de agua y poder evitar su desplazamiento o desaparición. En el caso de las especies que ya se introdujeron, se recomienda planificar, regular y monitorearlas, así como la repoblación con especies nativas y establecer vedas de captura, tallas de captura y métodos de pesca adecuados. Es fundamental controlar y regular las descargas municipales e industriales para disminuir la contaminación y así evitar el deterioro en la calidad del agua. Se debe controlar la erosión hídrica del suelo mediante el aprovechamiento sustentable de bosques y selvas. También es indispensable la formación de recursos humanos de calidad, que generen información básica y aplicada para mantener y recuperar los ecosistemas acuáticos de la entidad (SAGARPA 2001, American Fisheries Society 2007).

## Anfibios y reptiles

*Guadalupe Gutiérrez Mayén, Luis Canseco Márquez,*
*Uri Omar García Vázquez y Carlos Alberto Hernández Jiménez*

### Introducción

Puebla presenta una accidentada topografía, conteniendo una amplia variedad de tipos de vegetación y pisos altitudinales, debido a que en el estado se encuentran cuatro regiones fisiográficas (Ver capítulo 1. Medio Físico).

Los anfibios y reptiles de Puebla han sido escasamente estudiados, no existiendo un trabajo completo que trate sobre ellos. La mayoría de los trabajos sólo son contribuciones someras y aisladas (Smith y Van Gelder 1955, Webb y Fugler 1957, Gehlbach y Collete 1957). Hace pocos años se comenzó a estudiar algunas regiones y se proporcionaron listados herpetofaunísticos (Ávila-Soriano 1987, Camarillo, 1998, Canseco-Márquez *et al.* 2004, Xelano-Conde 2004, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2006 a, b, García-Vázquez *et al.* 2006, Gutiérrez-Mayén y Salazar-Arenas 2006, Solano-Zavaleta 2008). Asimismo, nuevos registros se han aportado (Eliosa *et al.* 1995, Benítez 1997, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 1998, Mejenes *et al.* 1999, Canseco-Márquez *et al.* 2000, Maceda-Cruz *et al.* 2004, Canseco-Márquez *et al.* 2004, Canseco-Márquez *et al.* 2005, Durán-Fuentes *et al.* 2006, García-Vázquez et al, en prensa), y nuevas especies se han descrito (Campbell y Camarillo 1994, Mendelson y Campbell 1994, Campbell 2000, Canseco-Márquez *et al.* 2002, Canseco-Márquez y Smith 2004, Parra-Olea *et al.* 2004; Canseco-Márquez y Austin 2005, Windfield-Pérez *et al.* 2007). Además Mendelson y Canseco-Márquez (1998) aportan información sobre el redescubrimiento del sapo *Incilius cristatus* en la Sierra Norte de Puebla.

Con todas estas contribuciones y a partir de trabajo de campo por parte de los autores del capítulo, así como de revisión de literatura y material depositado en colecciones científicas (nacionales y extranjeras), se logró obtener el listado completo para el estado, que ocupa actualmente el cuarto lugar en diversidad de anfibios y reptiles en el país.

### Descripción de los anfibios

Los anfibios comúnmente son conocidos como ranas y sapos (Anuros), ajolotes y salamandras (Caudados), además de las cecilias (Gymnophiona). Son ectotermos, es decir que su temperatura corporal depende de la temperatura ambiental. La característica principal de este grupo es poseer la piel lisa y vascularizada, que resulta ser altamente permeable al agua, por lo que no la toman directamente de los cuerpos de agua sino absorbiéndola del suelo húmedo a través de la piel. Otra función importante de la piel es la respiración, facilitando el intercambio de gases

**Cuadro 4.27** Composición herpetofaunística del estado de Puebla.

| Grupos | Familias | Géneros | Especies |
|---|---|---|---|
| Ranas y sapos | 9 | 22 | 60 |
| Salamandras | 3 | 7 | 22 |
| Lagartijas | 14 | 25 | 62 |
| Serpientes | 6 | 48 | 99 |
| Tortugas | 3 | 3 | 4 |
| **Total** | **35** | **105** | **247** |

debido a un gran número de glándulas mucosas que se distribuyen en todo el cuerpo y que se encargan de lubricar y mantener húmeda la piel.

La fecundación en salamandras y cecilias es interna, mientras que en anuros es externa. La mayoría de las ranas, sapos y salamandras se desarrollan por medio de huevos (oviparidad) que son depositados por las hembras en sitios con condiciones húmedas. El desarrollo de los huevos en algunas especies de anuros permite la aparición de una larva acuática que es conocida como renacuajo, la cual pasa por una metamorfosis hasta convertirse en una rana pequeña que crecerá hasta hasta llegar a ser un adulto. En este tipo de reproducción se dice que el desarrollo es indirecto. En otros casos las hembras depositan sus huevos debajo de troncos con suficiente humedad; posteriormente de los huevos sale una pequeña ranita, la cual no pasa por una etapa larvaria, en este caso se dice que el desarrollo es directo.

### Descripción de los reptiles

Al grupo de los reptiles pertenecen las tortugas (Testudines), cocodrilos (Crocodylia), lagartijas y serpientes (Squamata) y el tuatara (Rhynchocephalia). Al igual que los anfibios, también son ectotermos. Tienen la piel seca cubierta por escamas que protegen al cuerpo de la desecación. Su respiración es por medio de pulmones y sólo las tortugas acuáticas lo hacen además a través del epitelio de la faringe.

El corazón es tricavitario con excepción de los cocodrilos, donde es tetracavitario. Las tortugas y cocodrilos se reproducen por huevos (ovíparos) que son puestos en la tierra. En lagartijas y serpientes, algunas especies también ponen sus huevos sobre la tierra y otras dan nacimiento a crías vivas (vivíparos).

### Riqueza y distribución de la herpetofauna en Puebla

La herpetofauna de Puebla se encuentra conformada por 247 especies (82 anfibios y 165 reptiles) (Cuadro 4.27), repartidas en 35 familias y 105 géneros. El grupo mejor representado en anfibios es el de los anuros (ranas y sapos), seguido de las salamanadras. Con relación a los reptiles, el grupo más diverso son las serpientes, seguido de las lagartijas, el grupo de las tortugas es el que tiene el menor número de especies (Cuadro 4.28 en DVD anexo).

La distribución por provincias fisiográficas mostró que la Sierra Madre del Sur es la de mayor riqueza específica con 166 especies (67.2 %), seguida de la Faja Volcánica Transmexicana con 123 (49.8 %), después por la Sierra Madre Oriental con 79 (31.2 %) y finalmente por la Llanura Costera del Golfo Norte con sólo 38 especies (15.4 %) (Figura 4.25).

Del total de especies presentes, 145 (58.7 %) son endémicas a México (53 anfibios y 92 reptiles), mientras que 10 (4 %) son endémicas a Puebla (cinco anfibios y cinco reptiles).

En cuanto al estatus de conservación de los anfibios y reptiles, la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2002) incluye a 32 especies de anfibios (12.9 %, 21 sujetas

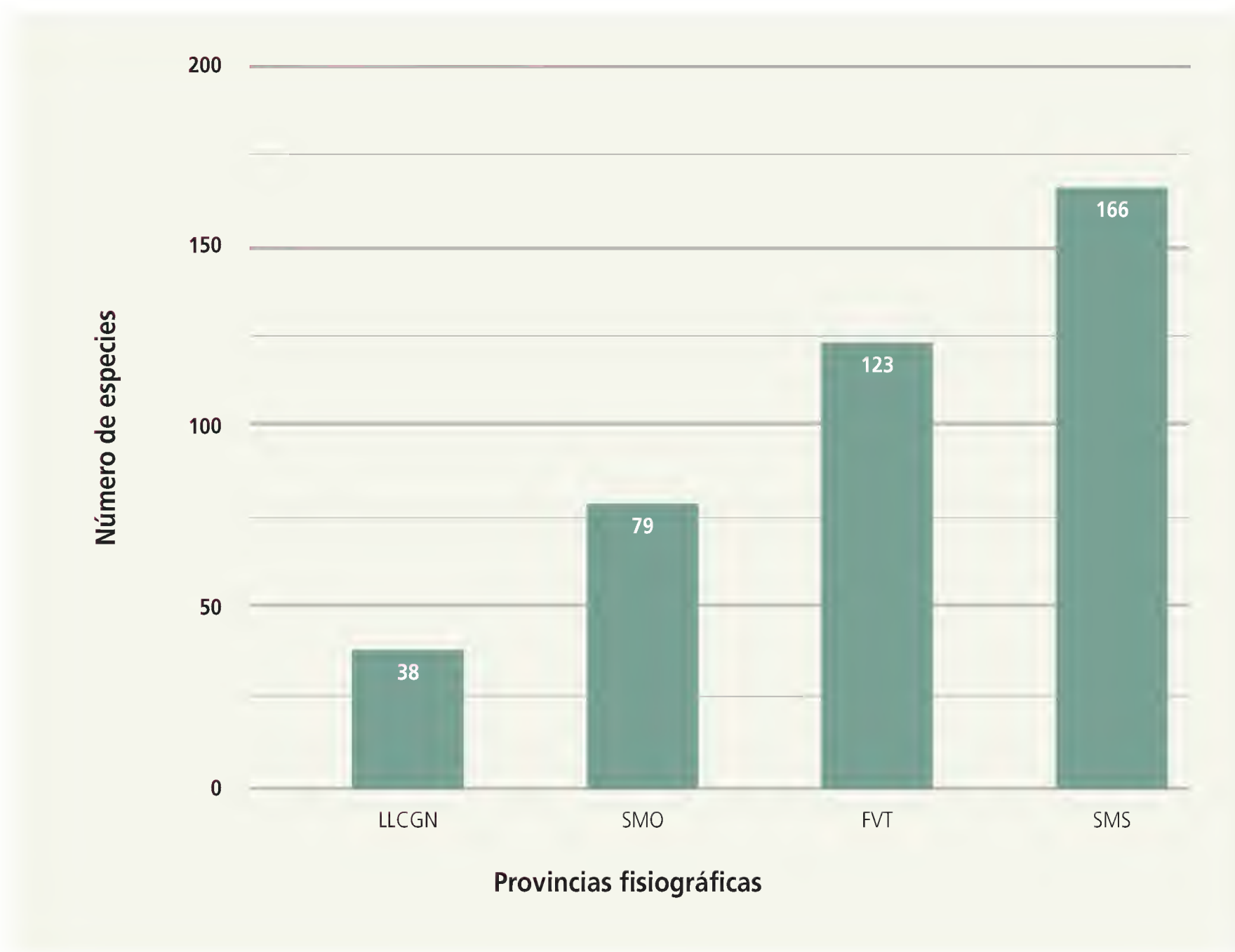



**Figura 4.25** Riqueza específica por regiones fisiográficas:
LLCGN, Llanura Costera del Golfo Norte: SMO, Sierra Madre Oriental; FVT, Faja Volcánica Transmexicana; SMS, Sierra Madre del Sur.

a protección especial, nueve amenazadas y dos en peligro de extinción) y 77 reptiles (31.1 %, 56 sujetas a protección especial y 21 amenazadas), mientras que dentro de la lista roja publicada por la International Union for Conservation of Nature (IUCN) se encuentran 32 especies de anfibios (12.9 %, siete en peligro crítico, 13 en peligro de extinción y 12 vulnerables) y 11 de reptiles (4.4 %, una en peligro crítico, tres en peligro de extinción y siete vulnerables).

La Convención Internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) incluye a cuatro especies de reptiles: *Iguana iguana, Heloderma horridum, Boa constrictor* y *Micrurus diastema,* que representan el 4.4 % (Cuadro 4.28 en DVD anexo).

## Importancia de la herpetofauna

La importancia de los anfibios y reptiles la podemos ubicar en tres aspectos: ecológica, económica y cultural. La primera se refiere a la función que desempeña la herpetofauna como parte de las comunidades y de los ecosistemas; en este sentido, los anfibios y reptiles forman parte de las cadenas tróficas en sus diferentes niveles, desde el primero que corresponde a los consumidores primarios, donde encontramos organismos herbívoros como las iguanas, pasando por los niveles intermedios que corresponden a los consumidores de segundo y tercer orden en los cuales se encuentran la mayoría de los anfibios y reptiles de talla pequeña que se alimentan principalmente de insectos y otros invertebrados pequeños, hasta los niveles superiores

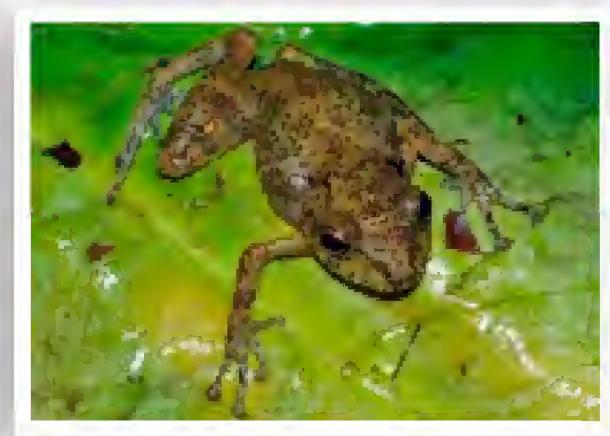
que corresponden a los consumidores de cuarto orden donde se ubican reptiles como el escorpión (*Heloderma*) y boas, que se alimentan de otros reptiles, aves y mamíferos. Por lo anterior, los anfibios y reptiles son elementos básicos de los ecosistemas, además sus poblaciones, que en muchos casos son numerosas, funcionan como controladoras de plagas (ej. insectos y roedores) que pueden llegar a afectar actividades como la agricultura y la ganadería o incluso afectar directamente la salud del hombre actuando como vectores de enfermedades. La importancia económica de la herpetofauna se basa en los usos que les dan las comunidades indígenas y rurales, siendo los principales el garrobo o iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) como alimento en algunas regiones del estado como la mixteca, o el ajolote (*Ambystoma velasci*) en la Sierra Norte y Centro (Cuenca de Oriental). Otros organismos tienen gran demanda en la elaboración de artesanías (monederos), como los sapos (monederos), víboras de cascabel, iguana negra y boas (cinturones, botas, chamarras, entre otros) en la región de la Mixteca (Rivera, 2009). Uno de los usos que ha crecido rápidamente en los últimos años, principalmente en ciudades como Puebla, es la compra de anfibios y reptiles como mascotas; en este caso los organismos con más demanda son anfibios como *Agalychnis dacnicolor, A. callidryas* y reptiles como la iguana verde (*Iguana iguana*), las diferentes especies de falsos camaleones (*Phrynosoma*), las lagartijas conocidas como escorpiones (*Barisia, Gerrhonotus, Abronia*), las tortugas japonesa (*Trachemys venusta*) y casquito (*Kinosternon integrum*), serpientes como boas (*Boa constrictor*), la falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum*) y en general todas las especies de cascabeles (*Crotalus*). La importancia de los anfibios y reptiles radica en su uso para fines medicinales o en rituales mágico-religiosos que forman parte de la riqueza cultural heredada de las culturas precolombinas, en las que estos organismos tenían un significado religioso que lamentablemente se transformó en falsas creencias con la llegada de las culturas europeas y que al paso del tiempo se han convertido en mitos, ocasionando que desde hace siglos los anfibios y reptiles sean los componentes de la fauna silvestre más perseguidos y sacrificados sólo por su aspecto, considerándolos en general como organismos venenosos que representan un riesgo para el ganado y el hombre mismo. De igual forma, algunas especies son perseguidas para obtener ciertas partes de su cuerpo, como en el caso de las serpientes de cascabel, de las que se cree que los colmillos y el cascabel son de buena suerte, ocasionando una gran mortalidad para obtener estas partes. Otros mitos que contribuyen en gran medida a la disminución de las poblaciones de estos organismos es que se les atribuye propiedades curativas a muchas especies, como el caso del ajolote (*Ambystoma velasci*) con el cual se elaboran jarabes para tratar enfermedades respiratorias, los falsos camaleones (*Phrynosoma*) para curar la diabetes o en general las serpientes de cascabel (*Crotalus*) de las que se utiliza la piel y carne seca para curar el cáncer. Cabe destacar que en todos los casos se trata de falsas creencias.

## Conclusión

A pesar del trabajo de campo que se ha realizado en los últimos años en diversas regiones del estado (Figura 4.26), hecho que lo ha colocado entre los cinco estados más diversos en cuanto anfibios y reptiles, permanecen sin ser exploradas importantes regiones; tal es el caso de la Sierra Negra al Sureste del estado, en donde recientemente se obtuvieron registros nuevos, además de algunas regiones de la Sierra Norte. Adicionalmente, nuevas especies para el estado están en proceso de descripción, por lo que el inventario de la herpetofauna se incrementará en un futuro próximo.

Considerando, por una parte, la importancia ecológica, económica y cultural de los anfibios y reptiles, y por otra, la gran mortalidad que los afecta ocasionada por los mitos, la sobreexplotación derivada de sus diferentes usos, la creciente urbanización que conlleva la desaparición de los hábitats y la transformación de grandes extensiones de vegetación natural para la agricultura y la ganadería, es grave que un gran número de especies se encuentren en una situación crítica, por lo que es necesario y urgente el desarrollo de una cultura ecológica que muestre la importancia de estos organismos como componentes fundamentales de los ecosistemas, de los que el hombre también forma parte.

*Incilius cristatus.*
Apulco, Puebla (hembra adulta)
(Foto: Luis Canseco Márquez).



*Craugastor alfredi.*
Tlacotepec de Díaz, Puebla (Macho adulto)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Agalychnis callidryas.*
Tlacotepec de Díaz, Puebla (Macho adulto)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Charadrahyla taeniopus.*
Tlatlauquitepec, Puebla (Macho adulto)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Plectrohyla arborescandens.* Arroyo Tilancingo,
Coyomeapan, Puebla (en amplexo)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Tlalocohyla godmani.*
Tenampulco, Puebla (macho adulto)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Lithobates johni.*
Xilocoyo, Puebla (Macho adulto)
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Ambystoma velasci.*
Piedras Encimadas, Zacatlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Ambystoma leorae.*
Santa Cruz Ototla, Puebla.
(Foto: Peter Heimes).

*Bolitoglossa platydactyla.*
El Rosario, Cuetzalan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Parvimolgue townsendi.*
Hueyapan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Pseudoeurycea melanomolga.*
Tlatlauquitepec, Puebla
(Foto: Alberto Mendoza Hernández).

**Figura 4.26.1** Fotografías de algunas especies de anfibios y reptiles del estado de Puebla.

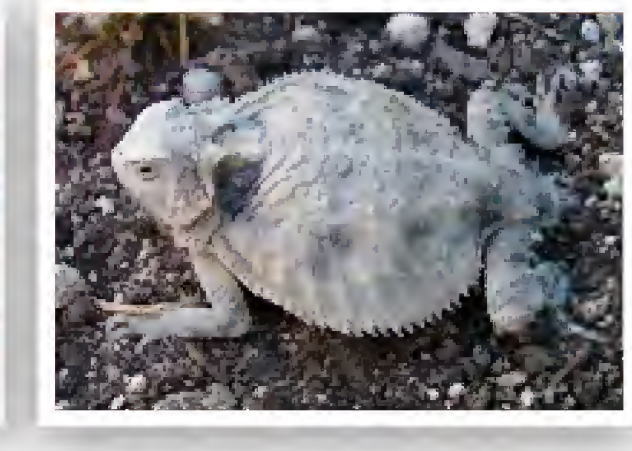
*Pseudoeurycea gigantea.*
Hueyapan, Puebla.
(Foto: Yoazim Melgarejo).

*Pseudoeurycea mixteca.*
Santa María la Alta, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

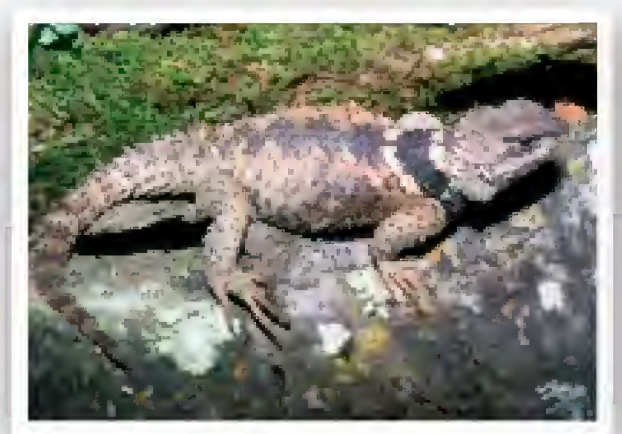
*Abronia graminea.*
Zoquitlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Celestus legnotus.*
Xucayucan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Coleonyx elegans.*
Huehuetlán El Chico, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).



*Phrynosoma braconnieri.*
Carretera Nopala,Tehuacán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).



*Sceloporus mucronatus.*
Piedras Encimadas, Zacatlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Anolis naufragus.*
San Pablo Zoquitlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

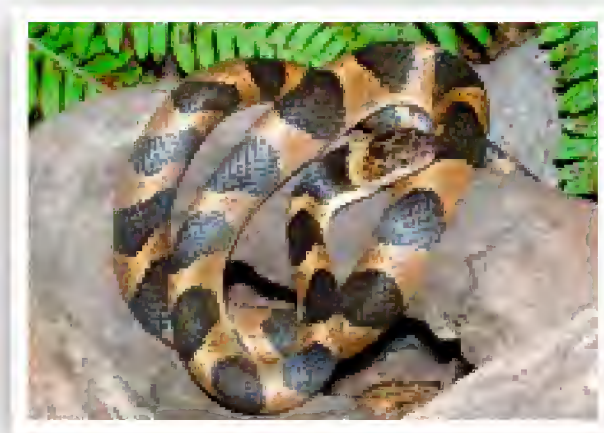
*Lepidophyma tuxtlae.*
Tlacotepec de Díaz, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Xenosaurus rectocollaris.*
Zapotitlán salinas, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Coluber mentovarius.*
Norte de Acatlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

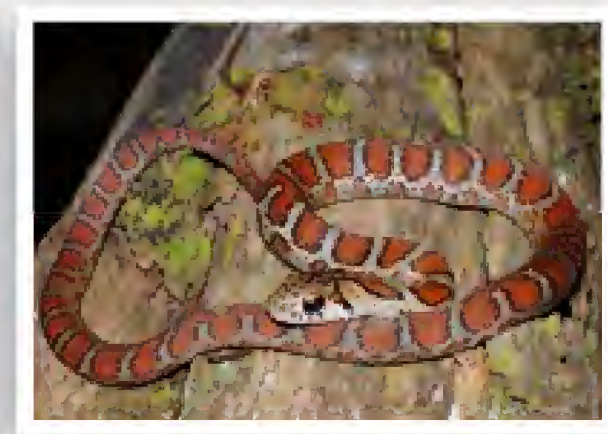
*Coniophanes imperialis.*
Colonia Morelos, Tenampulco, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

**Figura 4.26.2** Fotografías de algunas especies de anfibios y reptiles del estado de Puebla.



*Leptodeira cussiliris.*
Tlatlauquitepec, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Rhadinaea quinquelineata.*
Pico del Águila, Hueyapan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

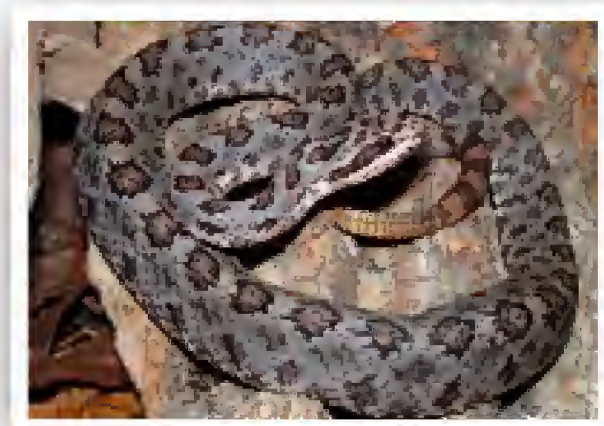


*Thamnophis sumichrasti.*
Cascada La Gloria, Apulco, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Sibon dimidiatus.*
Tlacotepec de Díaz, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

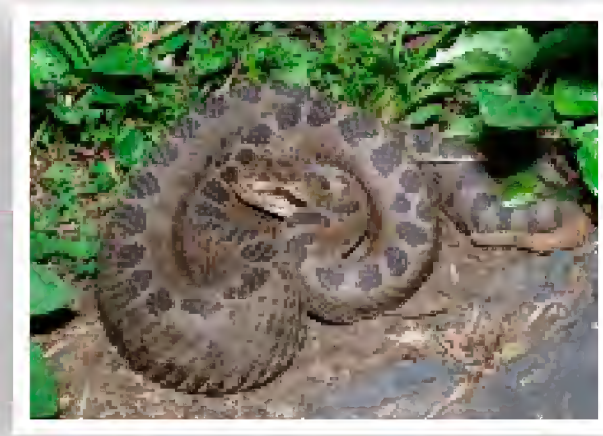
*Tropidodipsas sartorii.*
Paso Real, Hueyapan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Atropoides nummifer.*
San Andrés Tzicuilan, Cuetzalan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).



*Crotalus intermedius.*
Santiago Alseseca, Tecamachalco, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Crotalus scutulatus salvini.*
Tepeyahualco, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).



*Crotalus triseriatus.*
Tlatlauquitepec, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Ophryacus melanurus.*
Cacaloapan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Ophryacus undulatus.*
Zoquitlán, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

*Kinosternon herrerai.*
Cuetzalan, Puebla
(Foto: Luis Canseco Márquez).

**Figura 4.26.3** Fotografías de algunas especies de anfibios y reptiles del estado de Puebla.

## Aves en Puebla

*Francisco Javier Jiménez Moreno, Ma. Concepción López Téllez, Roxana Mendoza Cuamatzi, Marco Antonio Pineda Maldonado y Octavio Rafael Rojas Soto*

### Introducción

En esta obra se resume la información relacionada con la riqueza, el endemismo y la estacionalidad de las aves del estado de Puebla, con el fin de mostrar una panorámica que permita estimular acciones para su estudio y conservación. La nomenclatura utilizada se basa en la de la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU 1998) y las recientes adiciones y actualizaciones realizadas por Banks *et al.* (2000, 2002, 2003, 2004, 2005). Las categorías de riesgo se basan en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002). Los niveles de endemismos que se consideraron son los propuestos por González-García y Gómez de Silva (2003) y las categorías estacionales se determinaron de acuerdo a las fechas de presencia en las diferentes localidades y regiones según los datos puntuales, así como lo propuesto por Navarro y Benítez (1993) y Howell y Webb (1995).

Los estudios avifaunísticos hasta ahora realizados en el estado de Puebla demuestran que la entidad posee una elevada riqueza que alcanza un total de 595 especies (Ferrari-Pérez 1886, Salvin y Goldman 1879-1904, Sutton y Burleigh 1942, Friedmann *et al.* 1950, Miller *et al.* 1957, Warner y Beer 1957, Mass *et al.* 1981, Babb y Arias 1985, Pérez 1988, Flores y Gerez 1988, Flores y Gerez 1994, Rojas-Soto 1995, Arizmendi y Espinosa 1996, Camacho *et al.* 1996, Camacho *et al.* 1997, Rojas-Soto y Navarro 1999, Camacho y Mena 2001, De la Fuente 2003, Mendoza 2003, Mendoza y Jiménez 2004, Larios 2004, Navarro *et al.* 2004, Jiménez et al 2005, Arizmendi y Valiente-Banuet 2006, Leyequien-Abarca 2006, Ramírez-Albores 2007, González *et al.* 2008, Pineda *et al.* 2008, Villa-Bonilla *et al.* 2008, Reyes y Yanes 2008, Ramírez *et al.* 2008). Esta cifra coloca al estado cerca del cuarto lugar entre las entidades del país con mayor diversidad avifaunística, como son Oaxaca con 736, Veracruz con 687 y Chiapas con 647 especies (Cuadro 4.29 en DVD anexo).

### Diversidad y riqueza de las aves

Las 595 especies de aves están representadas por 19 órdenes, 67 familias y 309 géneros e incluye grupos con una clasificación incierta como son los casos de *Pachyramphus major* y *Tityra semifasciata*. Considerando las estimaciones de Escalante *et al.* (1998) la avifauna del estado de Puebla representa el 55 % del total de la riqueza para México; este elevado porcentaje podría ser el resultado de la ubicación geográfica de la entidad, la cual está en medio de dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical (Challenger 1998). Esta riqueza de especies además se ve favorecida por la existencia en la entidad de una compleja topografía formada por la conjunción de elementos fisiográficos tan importantes como la Sierra Madre Oriental al norte, el Eje Neovolcánico transversal al centro, y la Cuenca del Río Balsas al sur; a su vez permiten la existencia de un gradiente climático y vegetacional que favorece el mantenimiento de diversas comunidades de aves. En las Figuras 4.27 y 4.28 se presentan dos especies representativas de la riqueza de la avifauna Poblana.

**Figura 4.27** *Aimophila mystacalis.* (Foto: Marco Antonio Pineda).

Con relación a la estacionalidad, se encontraron 364 aves residentes, 130 migratorias de invierno, 13 migratorias de verano, 25 bimodales (especies en las que la mitad de su población es residente y la otra mitad migratoria), 45 transitorias, seis accidentales, cuatro extirpadas, siete introducidas o exóticas (no consideradas en el listado final) y una dudosa (Figura 4.29).

De las 67 familias presentes en el estado, las mejor representadas con base en el número de especies son la Parulidae y la Tyrannidae (Figura 4.30).

**Figura 4.28** *Buteo albicaudatus.* (Foto: Marco Antonio Pineda)

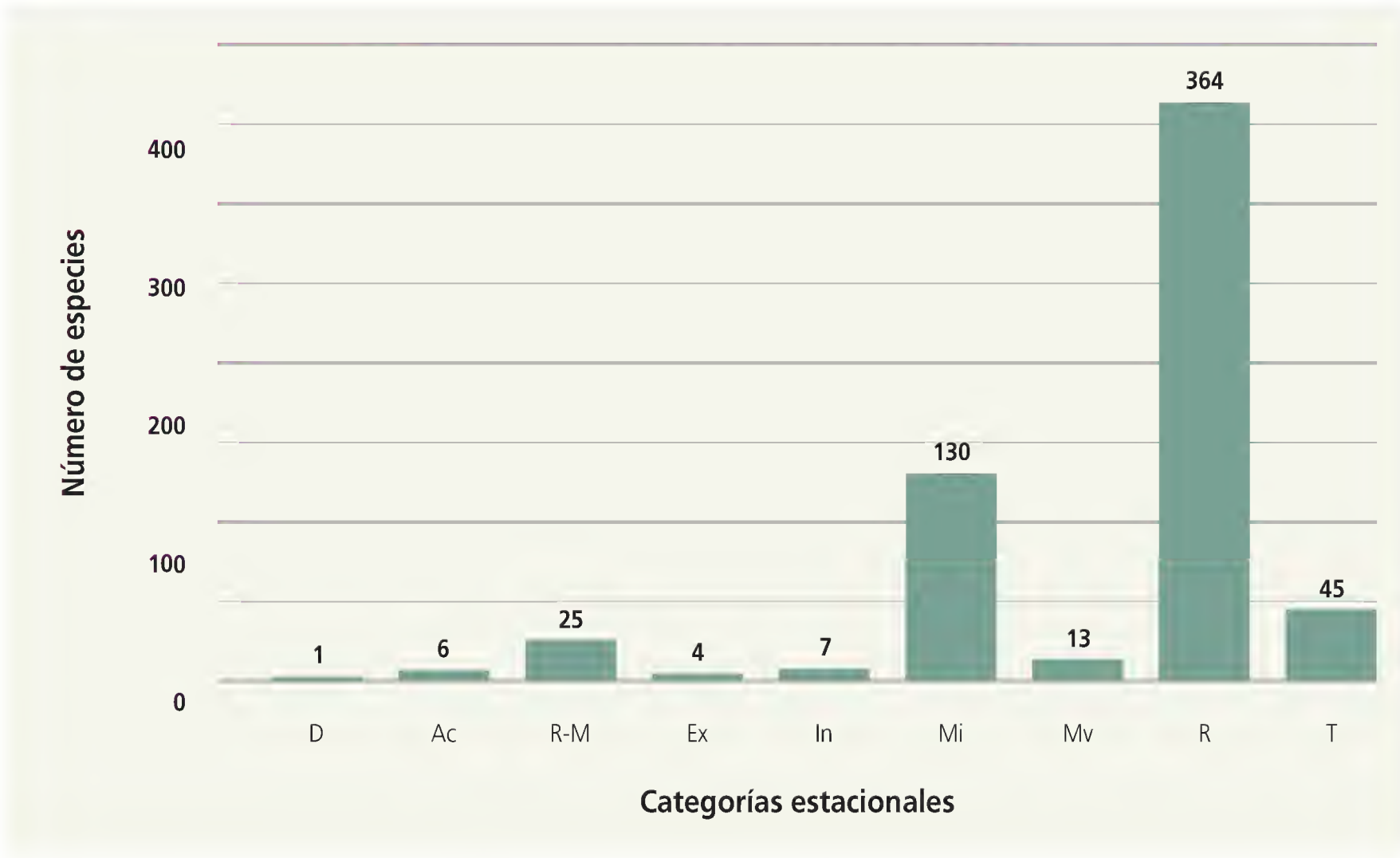



**Figura 4.29** Riqueza de especies con base en su estacionalidad.
Residentes (R), bimodales (R-M, especies que aproximadamente la mitad de su población es residentes y la otra mitad migratoria), migratorios de invierno (Mi), migratorios de verano (Mv), transitorios (T), accidentales (Ac), extirpados (Ex), introducidos (In) y dudoso (D).

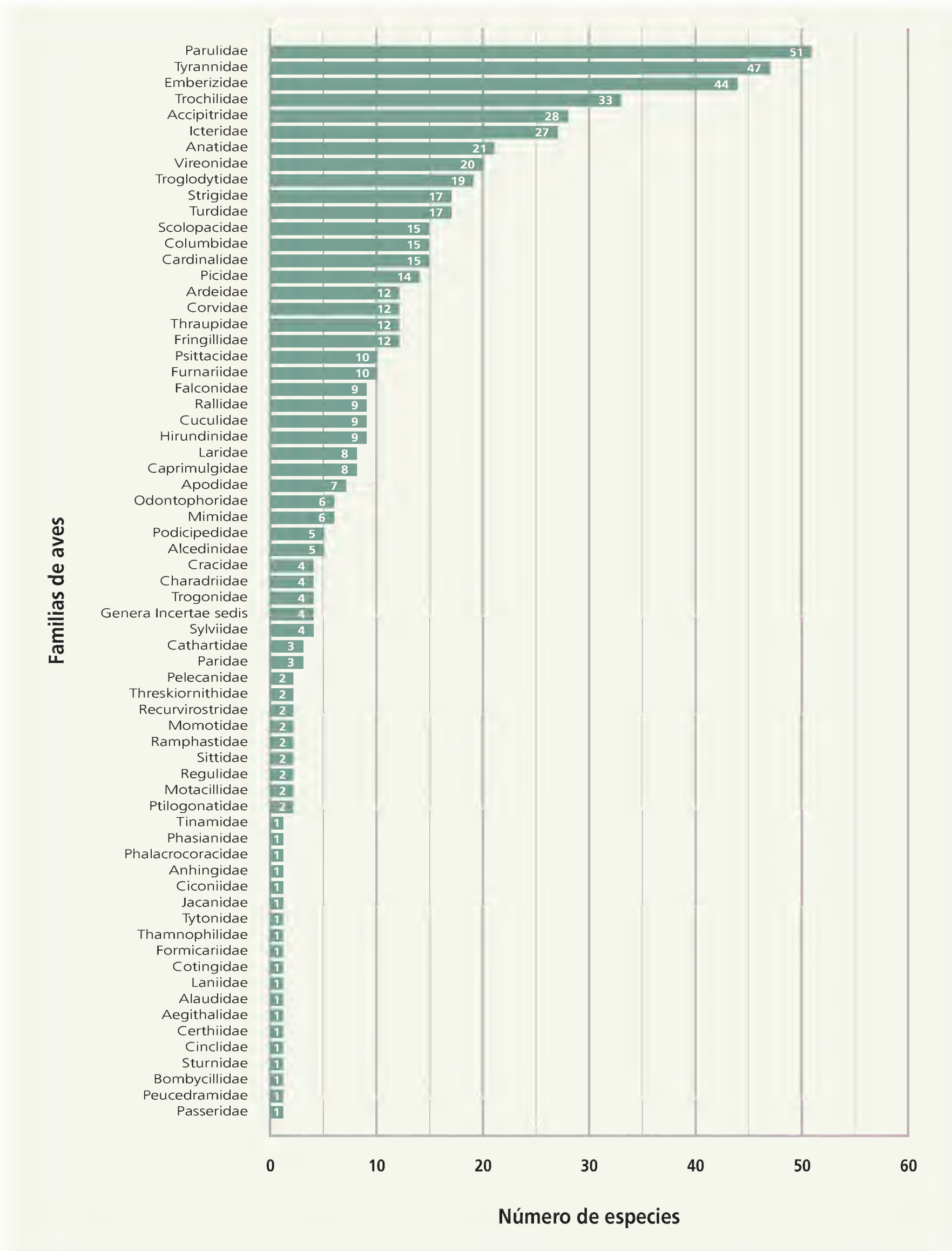



**Figura 4.30** Riqueza de especies más representativas por familia.

Considerando al endemismo, el estado de Puebla posee un total de 55 aves endémicas y ocho cuasiendémicas a México; este alto número demarca a la entidad dentro de un área importante en la evolución *in situ* de diversos grupos, a pesar de no poseer ninguna especie exclusiva (Cuadro 4.29 en DVD anexo).

Las especies registradas en el estado que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo incluyen un total de 95, de las cuales 50 (8.4 %) del número total de especies reportadas para el Estado están sujetas a protección especial, 32 (5.3 %) están como amenazadas y 12 (2 %) están en peligro de extinción; además existe registrada una especie actualmente extinta: la paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*) (Figura 4.31). Las aves introducidas, ya sea de manera natural o a partir de domesticaciones, han pasado a formar parte de la ornitofauna poblana, encontrándose un total de siete especies, como el pato de collar (*Anas platyrhynchos*), el pelícano gris (*Pelecanus occidentalis*), la garza chapulinera (*Bubulcus ibis*), la paloma común (*Columba livia*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el gorrión inglés (*Passer domesticus*). Además existen especies de aves introducidas en parques y jardines públicos o privados que no presentan poblaciones silvestres como el ganso chino (*Anser cygnoides*), el ganso egipcio (*Alopochen aegyptiacus*), el faisán de collar (*Phasianus colchicus*), la perdiz del Mediterráneo (*Alectoris chukar*), la gallina de Guinea (*Numida meleagris*) y el pavorreal (*Pavo cristatus*). Por tanto estas últimas no fueron incluidas en el listado final.

Así mismo, la subespecie *Anas platyrhynchos diazi* está considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2001 como amenazada.

Además de las especies introducidas, cabe mencionar algunas especies cuya distribución histórica podría haber abarcado a la entidad Poblana pero en la actualidad han sido extirpadas, como es el caso de la guacamaya roja (*Ara macao*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) y el zopilote rey (*Sarcorhamphus papa*). A pesar del reporte de avistamientos del águila dorada o real (*Aquila chrysaetos*) su registro para la entidad es dudoso. También es importante mencionar a las especies registradas como accidentales, principalmente porque su distribución no corresponde a la conocida para el estado en la actualidad; son en total seis especies

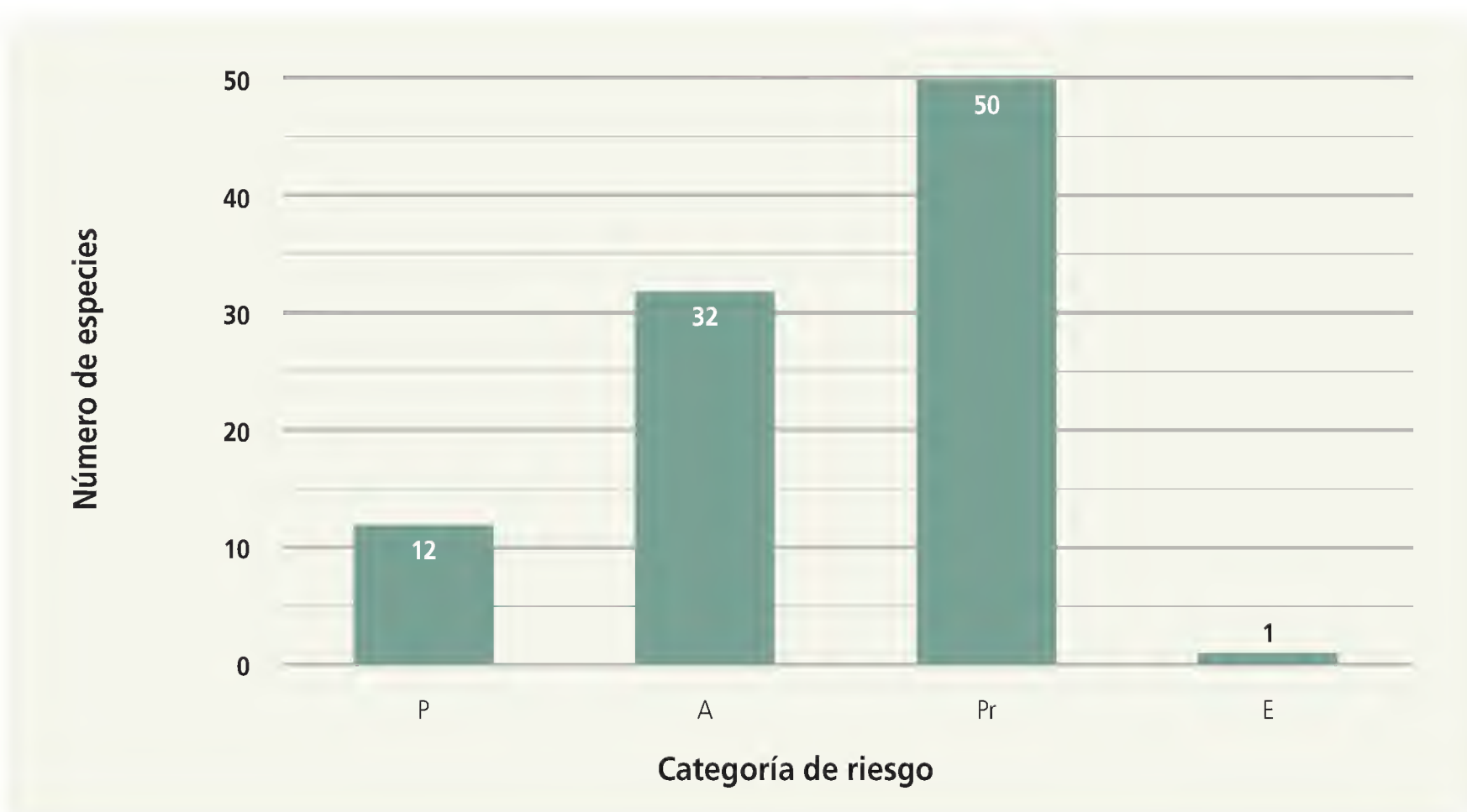



**Figura 4.31** Especies bajo alguna categoría de riesgo se acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002): en peligro de extinción (P), amenazadas (A), bajo protección especial (Pr) y extintas (E)

entre las que se encuentra el pradero occidental (*Sturnella neglecta*), el vireo gris (*Vireo vicinior*), el escribano cuellicastaño (*Calcarius ornatus*) y el bolsero pechimanchado (*Icterus pectoralis*) .

La gran diversidad de aves en el estado de Puebla se puede correlacionar con la presencia de un mosaico de ecosistemas, que va desde los bosques templados de pino y encino, los bosques mesófilos y las selvas tropicales, hasta los matorrales desérticos, siendo estos últimos tres de los más ricos en especies. Es por ello que la riqueza de las aves en el estado está repartida heterogéneamente y se concentra principalmente en dos regiones: la norte que corresponde a climas templados y semicálidos e incluye las áreas con montañas en la Sierra Norte y las zonas bajas con presencia de selvas, ubicadas dentro de la planicie costera del Golfo; y una segunda región que incluye las selvas bajas y matorrales desérticos al sur de la entidad, que forman parte de la cuenca del Río Balsas y que corresponden básicamente a climas secos. Para el caso del centro, la biodiversidad ha disminuido históricamente desde la llegada de los españoles debido a las grandes modificaciones de los ambientes naturales, ya que esta zona ha sido el paso obligado para el comercio y la correspondiente urbanización y desarrollo de la industria, con paisajes rodeados por agricultura de riego y de temporal (Rojas-Soto 1995). De manera coincidente la concentración de endemismos se presenta principalmente en los bosques templados de la Sierra Norte (Villa-Bonilla *et al.* 2008) y algunos en las zonas áridas del sur (Rojas-Soto 1995).

Además, los patrones estacionales de la avifauna se ven influidos por la presencia de ambientes de tipo tropical que favorecen la permanencia tanto de especies residentes como de migratorias, ya que Puebla forma parte de uno de los corredores migratorios más importantes en Norteamérica que permiten el arribo y mantenimiento de muchas especies durante las etapas invernales.

### Áreas de Conservación

En términos de conservación, cabe resaltar que la entidad cuenta con muy pocas áreas naturales protegidas que permitan la protección de su avifauna, siendo las más importantes: la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán al sur y los parques nacionales como el Izta-Popo, el Malintzi y el Pico de Orizaba, al centro. Sin embargo, existen otras áreas que contribuyen a la conservación de las aves, como son: el parque estatal General Lázaro Cárdenas o "Flor del Bosque", así como las reservas ecológicas La Calera, El Cerro Zapotecas, Comalo, Amalucan, Mendocinas, Tepeyac y Totolqueme. Otras áreas que están contribuyendo a la conservación son las UMA extensivas, ubicadas en su mayor porcentaje en la mixteca poblana, como es el caso de Rancho el Salado, San Juan de los Ríos, etc.

### Conclusión

Es importante resaltar que se requiere de la realización de más estudios que permitan incrementar el conocimiento tanto en los patrones de distribución geográfica, ecológica y estacional, como en diversos aspectos relacionados con la biología de las especies, además de proponer nuevas áreas de conservación que abarquen la diversidad de ecosistemas y regiones que presenta la entidad, como en la Sierra del Tentzo, la Mixteca Poblana, la Sierra Negra y otras, con la finalidad de contribuir a la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la avifauna en la entidad.

## Mamíferos

*Jesús Martínez Vázquez, Rosa María González Monroy,*
*María Concepción López Téllez, Ana Gabriela Colodner Chamudis*

### Introducción

Los mamíferos silvestres han sido estudiados por las diversas interacciones que tienen con diferentes grupos biológicos, la relación depredador-presa, el papel ecológico que desempeñan, sus migraciones y las adaptaciones que han desarrollado para sobrevivir en casi todos los ambientes. Son muy variadas las funciones que los mamíferos tienen en los ecosistemas: dispersores de semillas, consumen grandes cantidades de alimento (como por ejemplo: frutos, insectos y vertebrados), polinizadores, removiendo los suelos, controladores de plagas, entre otras.

### Descripción

En Puebla se encuentran distribuidos nueve órdenes de mamíferos silvestres: Didelphiomorphia, donde una de las características distintivas de sus miembros

es la peculiar anatomía de los órganos para la reproducción y la forma en que realizan esta función (Nowak 1999). En Puebla está representado con cinco especies, incluyendo marmosas y los conocidos tlacuaches del género *Didelphis* (Ceballos y Oliva, 2005). Cingulata y Pilosa, se caracterizan porque los dientes son homodontos, es decir, no diferenciados y porque todas las especies carecen de incisivos y caninos. En Puebla se encuentran los armadillos (*Dasypus*) y el oso hormiguero (*Tamandua*; Nowak 1999).

Las liebres y conejos del orden Lagomorpha se caracterizan por tener el labio superior dividido en forma de "Y" y poseen dos pares de incisivos en el maxilar superior (Nowak 1999). En Puebla están distribuidas siete especies. El conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) es endémico de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl.

El orden Rodentia se caracterizan porque los integrantes de este orden presentan incisivos de crecimiento continuo y carecen de caninos (Nowak 1999). En Puebla es el segundo orden mejor representado con 51 especies como ardillas, tuzas, ratas y ratones.

Los organismos del orden Carnivora se distinguen por sus estructuras especializadas para una alimentación basada en carne; tienen caninos muy desarrollados, premolares y molares adaptados para cortar y triturar y poseen fuertes maxilares (Nowak 1999). En Puebla se encuentran 20 especies.

Los organismos del orden Soricomorpha presentan el hocico alargado y cinco dedos con garras en cada pata, con pelo denso y lustroso y su rasgo peculiar es que su metabolismo es muy alto, por lo que la mayoría de las especies tienen que consumir alimento en forma casi continua; esto es así para las musarañas: debido a su pequeña talla, tienen una gran superficie en relación a su masa, por lo que pierden mucha energía en forma de calor (Nowak 1999). En Puebla se encuentran distribuidas siete especies precisamente conocidas como musarañas.

Los murciélagos del orden Chiroptera se caracterizan porque son los únicos mamíferos que se desplazan volando y porque la mayoría de las especies se guían por medio de la ecolocación (Nowak 1999). Es el segundo orden mejor representado en Puebla con 66 especies.

La característica principal del orden Artiodactyla es la presencia de un número par (dos o cuatro dedos) en las extremidades; la única excepción son los miembros del género *Tayasuu* (Nowak 1999).

## Diversidad y riqueza

En el estado de Puebla se han registrado 161 especies de mamíferos; esta riqueza ha sido estudiada por LaVal (1973), Hall (1981), Ramírez-Pulido *et al.* (1995), Ramírez-Pulido (1999), Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996), Castillo-Meza *et al.* (1997), Ramírez-Pulido *et al.* (1999), Vargas (1999), Aquino (2000), López-Wilchis y López-Jardines (2000), Villa y Cervantes (2003), Ceballos y Oliva (2005) y Hernández (2005) entre otros. Se presenta la lista mastofaunística del estado de Puebla, ordenes, familias (Cuadro 4.30) géneros y especies de acuerdo a la nomenclatura propuesta por Ramírez-Pulido *et al.* 2005 (Cuadro 4.31).

Se encuentran 31 especies de mamíferos endémicos de México en el estado de Puebla, correspondientes a los ordenes: Rodentia, Lagomorpha, Soricomorpha, Artiodactyla, Cingulata, Chiroptera, Didelphiomorphia y Carnivora. Por ejemplo, la *Spermophilus perotesis* es una ardilla que se caracteriza por presentar un anillo blanco alrededor del ojo, conocido para la región árida del Valle de Oriental entre los estados de Puebla y Veracruz, al oriente del Eje Neovolcánico Transversal, y el ratón de campo *Peromyscus mekisturus,* que es arborícola; lo que destaca es el tamaño excepcional de la cola así como el tamaño del quinto dedo de la pata trasera ; habita en bosques de encino y pino en San Andrés Chalchicomula (Hoy Ciudad Serdán).

Se encuentran 21 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002) de las 161 registradas para el estado de Puebla, de las que destaca el roedor *Peromyscus mekisturus* como amenazada o rara, debido a que se localiza en un área de distribución geográfica muy reducida; se le considera como una especie amenazada por su rareza, su distribución y la destrucción de su hábitat. La ardilla *Sciurus oculatus* se considera como especie en protección especial, por causa de la tala de bosques. Como amenazadas se han registrado siete especies más, debido principalmente a la modificación de su hábitat; aquí se reconocen a tres roedores (*Dipodomys phillipsii, Peromyscus mekisturus* y *Spermophilus perotensis*) y cuatro carnívoros (*Herpailurus yagouaroundi, Galictis vittata, Lontra longicaudis* y *Taxidea taxus*).

**Cuadro 4.30** Riqueza de mamíferos en el estado de Puebla

| Orden | Familias | No. de especies |
|---|---|---|
| Didelphiomorphia | 2 | 5 |
| Cingulata | 1 | 1 |
| Pilosa | 1 | 1 |
| Lagomorpha | 1 | 7 |
| Rodentia | 4 | 51 |
| Carnivora | 5 | 20 |
| Soricomorpha | 1 | 7 |
| Chiroptera | 6 | 66 |
| Artiodactyla | 2 | 3 |
| **Totales** | **23** | **161** |

**Cuadro 4.31** Mamíferos que se encuentran en el estado de Puebla. Estatus de conservación, de acuerdo al sistema de clasificación de Ramírez-Pulido *et al.* 2005. Estatus de conservación de acuerdo a SEMARNAT: **P**=Peligro de extinción, **A**=Amenazada, **Pr**=Protección especial.

| Clase Mammalia | Estatus de conservación SEMARNAT |
|---|---|
| **Didelphimorphia** | |
| Marmosidae | |
| *Tlacuatzin canescens canescens* | |
| *Marmosa mexicana* | |
| *Philander opossum* | |
| Didelphidae | |
| *Didelphis marsupialis caucae* | |
| *Didelphis virginiana californica* | |
| **Cingulata** | |
| Dasypodidae | |
| *Dasypus novemcinctus mexicanus* | |
| **Pilosa** | |
| Myrmecophagidae | |
| *Tamandua mexicana* | P |
| **Lagomorpha** | |
| Leporidae | P |
| *Romerolagus diazi* | |
| *Lepus callotis callotis* | |
| *Lepus californicus* | |
| *Sylvilagus audubonii* | |
| *Sylvilagus brasiliensis* | |
| *Sylvilagus cunicularius* | |
| *Sylvilagus floridanus orizabae* | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.31*

| Clase Mammalia | Estatus de conservación SEMARNAT |
|---|---|
| **Rodentia** | |
| Sciuridae | |
| *Glaucomys volans goldmani* | |
| *Sciurus aureogaster* | |
| *Sciurus deppei* | |
| *Sciurus oculatus* | Pr |
| *Spermophilus mexicanus* | |
| *Spermophilus perotensis* | A |
| *Spermophilus variegatus* | |
| Muridae | |
| *Baiomys musculus* | |
| *Baiomys taylori* | |
| *Hodomys alleni* | |
| *Megadontomys thomasi* | |
| *Microtus quasiater* | Pr |
| *Microtus mexicanus* | |
| *Neotoma mexicana torquata* | |
| *Neotomodon alstoni* | |
| *Oligoryzomys fulvescens* | |
| *Oryzomys alfaroi* | |
| *Oryzomys chapmani chapmani* | |
| *Oryzomys couesi aztecus* | |
| *Oryzomys melanotis* | |
| *Oryzomys rostratus* | |
| *Peromyscus aztecus* | |
| *Peromyscus beatae* | |
| *Peromyscus boylii* | |
| *Peromyscus bullatus* | |
| *Peromyscus difficilis amplus* | |
| *Peromyscus furvus* | |
| *Peromyscus gratus* | |
| *Peromyscus leucopus* | |
| *Peromyscus levipes* | |
| *Peromyscus maniculatus* | |
| *Peromyscus mekisturus* | A |
| *Peromyscus melanophrys* | |
| *Peromyscus melanotis* | |
| *Peromyscus mexicanus* | |
| *Peromyscus truei* | |
| *Reithrodontomys chrysopsis* | |
| *Reithrodontomys fulvescens* | |
| *Reithrodontomys megalotis saturatus* | |
| *Reithrodontomys mexicanus mexicanus* | |
| *Reithrodontomys sumichrasti sumichrasti* | |
| *Sigmodon hispidus obvelatus* | |
| *Sigmodon leucotis* | |
| *Tylomys nudicaudus* | |
| Geomyidae | |
| *Cratogeomys merriami* | |
| *Orthogeomys grandis* | |
| *Orthogeomys hispidus* | |
| *Thomomys umbrinus umbrinus* | |
| Heteromyidae | |
| *Dipodomys phillipsii* | A |
| *Liomys irroratus* | |
| *Perognathus flavus* | |

*Continúa cuadro 4.31*

| Clase Mammalia | Estatus de conservación SEMARNAT |
|---|---|
| **Carnivora** | |
| Canidae | |
| *Canis latrans cagottis* | |
| *Urocyon cinereoargenteus* | |
| Felidae | |
| *Herpailurus yagouaroundi* | A |
| *Leopardus pardalis* | P |
| *Leopardus wiedii* | P |
| *Lynx rufus escuinapae* | |
| *Puma concolor* | |
| Mustelidae | |
| *Eira barbara senex* | P |
| *Galictis vittata* | A |
| *Lontra longicaudis* | A |
| *Mustela frenata* | |
| *Taxidea taxus* | A |
| Mephitidae | |
| *Conepatus leuconotus* | |
| *Mephitis macroura macroura* | |
| *Spilogale gracilis* | |
| *Spilogale putorius* | |
| Procyonidae | |
| *Bassariscus astutus astutus* | |
| *Bassariscus sumichrasti* | |
| *Nasua narica* | |
| *Procyon lotor* | |
| **Soricomorpha** | |
| Soricidae | |
| *Cryptotis alticola* | Pr |
| *Cryptotis parva pueblensis* | |
| *Cryptotis mexicana* | Pr |
| *Sorex macrodon* | Pr |
| *Sorex oreopolus* | |
| *Sorex saussurei* | |
| *Sorex ventralis* | |
| **Chiroptera** | |
| Emballonuridae | |
| *Balantiopteryx io* | |
| *Balantiopteryx plicata plicata* | |
| Mormoopidae | |
| *Mormoops megalophylla megalophylla* | |
| *Pteronotus davyi fulvus* | |
| *Pteronotus parnellii mexicanus* | |
| Phyllostomidae | |
| *Anoura geoffroyi lasiopyga* | |
| *Artibeus hirsutus* | |
| *Artibeus intermedius* | |
| *Artibeus jamaicensis triomylus* | |
| *Artibeus lituratus palmarum* | |
| *Carollia sowelli* | |
| *Carollia perspicillata azteca* | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 4.31*

| Clase Mammalia | Estatus de conservación SEMARNAT |
|---|---|
| **Chiroptera** | |
| *Carollia subrufa* | |
| *Centurio senex senex* | |
| *Chiroderma salvini scopaeum* | |
| *Chiroderma villosum* | |
| *Choeronycteris mexicana* | A |
| *Dermanura azteca azteca* | |
| *Dermanura tolteca* | |
| *Dermanura phaeotis* | |
| *Diphylla ecaudata* | |
| *Desmodus rotundus murinus* | |
| *Enchisthenes hartii* | Pr |
| *Glossophaga leachi* | |
| *Glossophaga morenoi* | |
| *Glossophaga soricina handleyi* | |
| *Hylonycteris underwoodi* | |
| *Leptonycteris curasoae yerbabuenae* | |
| *Leptonycteris nivalis* | |
| *Macrotus waterhousii mexicanus* | |
| *Micronycteris microtis* | |
| *Platyrrhinus helleri* | |
| *Sturnira lilium parvidens* | |
| *Sturnira ludovici ludovici* | |
| Natalidae | |
| *Natalus stramineus* | |
| Vespertilionidae | |
| *Baeodon alleni* | |
| *Corynorhinus mexicanus* | |
| *Eptesicus brasiliensis* | |
| *Eptesicus furinalis gaumeri* | |
| *Eptesicus fuscus miradorensis* | |
| *Idionycteris phyllotis* | |
| *Lasiurus blossevillii teliotis* | |
| *Lasiurus cinereus cinereus* | |
| *Lasiurus ega* | |
| *Lasiurus intermedius intermedius* | |
| *Lasiurus xanthinus* | |
| *Myotis albescens* | Pr |
| *Myotis auriculacea* | |
| *Myotis californicus mexicanus* | |
| *Myotis ciliolabrum melanorhinus* | |
| *Myotis elegans* | |
| *Myotis keaysi pilosatibialis* | |
| *Myotis nigricans* | |
| *Myotis thysanodes* | |
| *Myotis velifer velifer* | Pr |
| *Myotis volans* | |
| *Nycticeius humeralis mexicanus* | |
| *Rhogeessa gracilis* | |
| *Rhogeessa tumida* | |
| Molossidae | |
| *Molossus aztecus* | |
| *Molossus rufus* | |
| *Molossus sinaloae* | |
| *Nyctinomops aurispinosus* | |
| *Nyctinomops macrotis* | |
| *Promops centralis centralis* | |
| *Tadarida brasiliensis mexicana* | |

*Continúa cuadro 4.31*

| Clase Mammalia | Estatus de conservación SEMARNAT |
|---|---|
| **Artiodactyla** | |
| Cervidae | |
| *Mazama americana tamama* | |
| *Odocoileus virginianus* | |
| Tayassuidae | |
| *Pecari tajacu* | |

En peligro de extinción se encuentran cinco especies, debido a que sus poblaciones o áreas de distribución han disminuido: el conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el viejo de monte (*Eira barbara*).

De la presencia del cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en el estado de Puebla se encuentra un registro en la colección del Occidental Collage, Moore Laboratory of Zoology de Los Angeles, California, Estados Unidos de Norteamérica (López-Wilchis y López-Jardines 2000) y Villarreal (2000) lo ha registrado en Quicayán, Municipio de Tecomatlán, Puebla.

Es importante realizar estudios biológicos de manera detallada de los mamíferos que se encuentran en el estado para contribuir en su protección y conservación de manera planificada.

## Importancia y usos

Los mamíferos tienen una gran importancia en los ecosistemas; algunos son parte esencial en las cadenas tróficas como alimento y depredadores de otros grupos de organismos. Algunas especies tienen interés económico para el hombre, como alimento de subsistencia para la obtención de la llamada "carne de monte", que es una costumbre muy arraigada y difundida. De las más consumidas en el estado de Puebla se encuentran las liebres, conejos, ardillas, armadillos y venado de cola blanca (Leopold 1987).

## Conclusiones

Es necesario destacar que el conocimiento de los mamíferos silvestres de Puebla está aún incompleto, por lo que es necesario diseñar programas de apoyo e intercambio de información y ante todo, realizar muestreos en lugares no estudiados para contar con un inventario mastofaunístico constantemente actualizado y útil.

Estudio de caso 4.1

# Diversidad de plantas acuáticas en Puebla

*Sara Bonilla-Meza y Ernesto Mangas-Ramírez*

Las plantas acuáticas conforman áreas alrededor de diversos sistemas acuáticos como lagos, lagunas, ríos y embalses, entre otros. Las hidrófitas se clasifican en enraizadas, libres flotadoras y libres sumergidas. La importancia de la vegetación acuática como parte integral de diversos ecosistemas radica en su capacidad para la estabilización de sedimentos, por aportar producción primaria y por su capacidad de incorporar y proveer de nutrientes a través de la descomposición de la materia orgánica que se genera en los cuerpos de agua como se muestra en la Figura E.4.1.1 (Lot *et al.* 2004, Wetzel 2001).

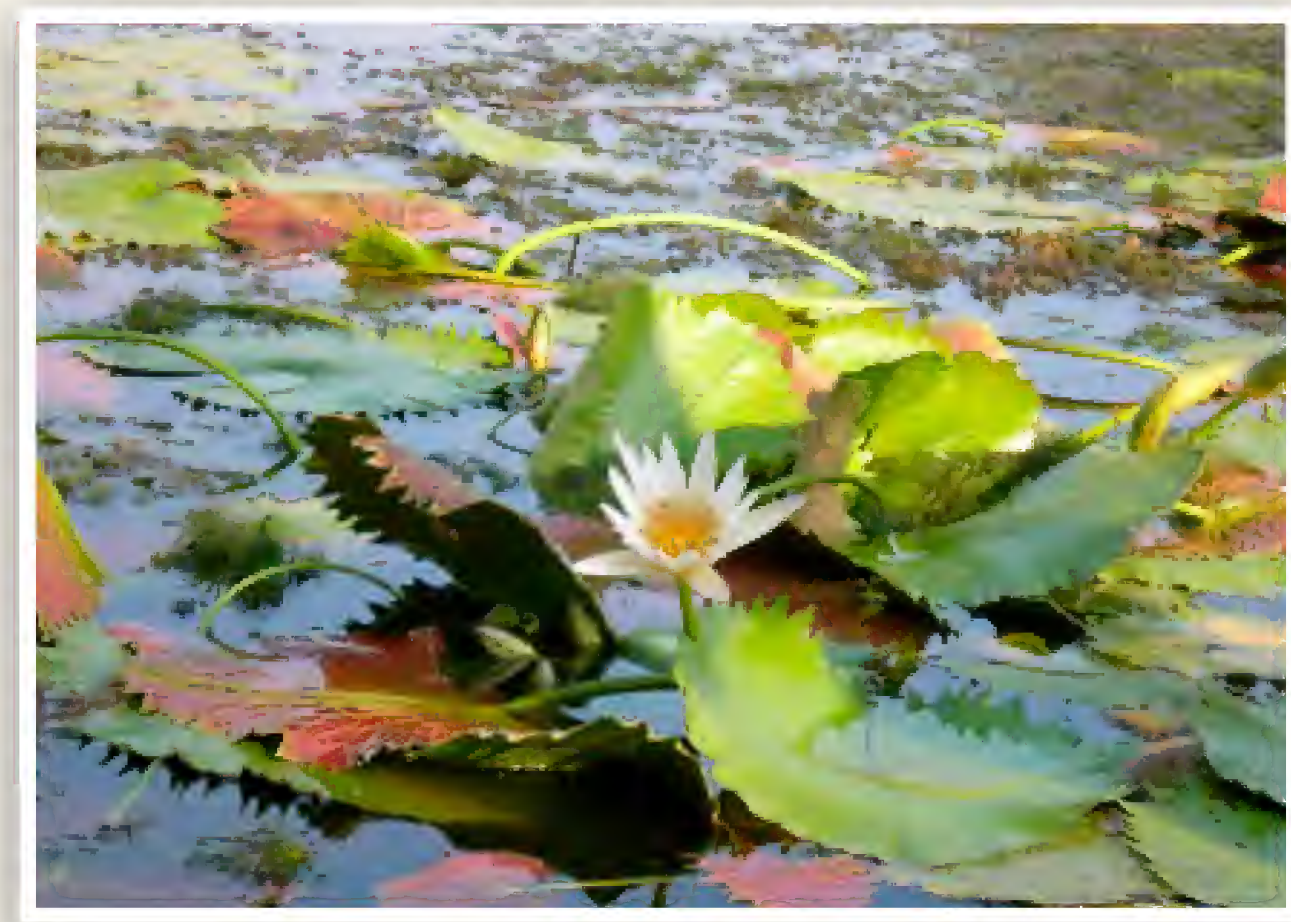


**Figura E.4.1.1** Especie de lirio *Eichhornia crassipes* en Puebla (Foto: Sara Bonilla Meza).

**Figura E.4.1.2** *Nymphacea ampla* en su hábitat, conocida como "reina de agua" (Foto: Sara Bonilla Meza).

También funcionan como hábitat, resguardo, y sitio de reproducción y alimento para aves acuáticas, peces y diversas especies de anfibios e invertebrados acuáticos. Algunas de las especies aquí descritas realizan un papel fundamental de los procesos naturales en la autopurificación de aguas contaminadas, como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) representado en la Figura E.4.1.2 y el tule (*Typha domingensis*), que se consideran indicadoras de la calidad del agua (Lot *et al.* 2004). Algunas de estas especies son utilizadas como materia prima para la elaboración de diversos productos (artesanías, biofertilizante, papel y biofiltros) como en el caso del Lago de Valsequillo. Actualmente se reconocen de un total de 49 familias de angiospermas a 199 géneros, con 603 especies acuáticas y subacuáticas (Lot *et al.* 1999). En 22 localidades del estado de Puebla se han resgistrado 25 especies de angiospermas, 19 monocotiledonas y 6 dicotiledonas (Cuadro E.4.1.1).

**Cuadro E.4.1.1** Diversidad de plantas acuáticas en el estado de Puebla

| Especie | Municipio | Forma de vida | Habitat | Altitud (metros sobre el nivel del mar) | Referencias |
|---|---|---|---|---|---|
| *Ceratophyllum demersum* L., Sp. Pl. 992 (1753) | Ocoyucán, San Andrés Cholula | Hidrófita libre sumergida | Dulceacuícola: Río Prieto, Río Atoyac y riachuelos. | 0-2 250 | Calderón 1979, Lowden 1978. |
| *Eichhornia crassipes* (C. Martius) Solms-Laub., in A. DC., Monogr. Pham. (4 (2):527 (1883) | Puebla | Hidrófita libre flotadora | Dulceacuícola: Laguna de Chapulco Ríos Atoyac, Alseseca y San Francisco. Presa de Valsequillo. | 0-2 250 | Novelo y Lot 1994, Novelo 1996. |
| *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd., Ges. Naturf. Freunde Berlin Neue Schriften 3:439 (1801) | Puebla | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: terrenos inundados y charcas temporales. | 0-2 500 | Novelo y Lot 1990, Novelo y Lot 1994, Novelo 1996, Rosatti 1987. |
| *Heteranthera peduncularis* Benth., Pl. Hartw. 25 (1840) | Puebla | Hidrófita enraizada de tallos postrados | Dulceacuícola: charcas temporales, terrenos inundados y canales. | 700-2 500 | Novelo y Lot 1990; Novelo y Lot 1994; Novelo 1996, Rosatti 1987. |
| *Heteranthera rotundifolia* (Kunth) Griseb, Cat. Pl. Cub. 252 (1866) | Puebla | Hidrófita enraizada de tallos postrados. | Dulceacuícola: charcas temporales. | 0-2 600 | Novelo y Lot 1994, Novelo 1996. |
| *Lemna gibba* L., Sp. Pl. 1:970 (1753) | San Nicolás Buenos Aires, Quecholác y Acatlán | Hidrófita libre flotadora | Dulceacuícola: terrenos encharcados, zanjas, canales de riego y riachuelos. | 1 850-30 50 | Landolt 1980, Landolt 1986, Novelo y Gallego 1988, Novelo y Lot 1990. |
| *Lemna minuscula* Herter, Revista Sudamer. Bot. 9:185 (1954) | Huehuetlán el Grande y Teopantlán | Hidrófita libre flotadora | Dulceacuícola: bordos artificiales, arroyos, riachuelos, zanjas y canales de riego. | 2 000-2 500 | Landolt 1980, Landolt 1986, Novelo y Lot 1990. |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro E.4.1.1*

| Especie | Municipio | Forma de vida | Habitat | Altitud (metros sobre el nivel del mar) | Referencias |
|---|---|---|---|---|---|
| *Lilaea scilloides* (Poir.) Hauman, Publ. Inst. Invest. Geogr. Fac. Filos. Letras Univ. Buenos Aires, A. 10:26 (1925) | Puebla | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: bordos artificiales arroyos y charcas. | 1 950-3 100 | Lot y Novelo 1988, McVaugh 1993; Novelo y Lot 1990. |
| *Marathrum tenue* Liebm., Förh. Skand. Natur. Möte 5:511 (1847) | Soltepec, Mazapiltepec de Juárez y Acatzingo | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: adherida a las rocas y a otros sustratos en los ríos del cerro de Soltepec. | 0-1 500 | Burger 1983, Philbrick y Novelo 1994, 1995, Royen 1951. |
| *Najas guadalupensis* (Sprengel) | Puebla | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: terrenos inundados, zonas de poca corriente, zanjas, arroyos y charcas. | 0-2 250 | Haynes 1979, Novelo y Lot 1990. |
| *Nymphaea ampla* (Salisb.) DC., Syst. Nat. 2:54 (1821) | Zapotitlán de Méndez | Hidrófita enraizada de hojas flotantes | Dulceacuícolas: Río Zempoala, manantiales, arroyos, charcas, estanques y zonas inundadas. | 0-1 400 | Conard 1905, Novelo y Lot 1984, Godfrey y Wooten 1981. |
| *Nymphoides fallax* Ornduff, Brittonia 21 (4):348 (1969) | Puebla | Hidrófita enraizada de hojas flotantes | Dulceacuícolas: charcas y potreros inundados. | 1 500-2 600 | Lot y Novelo 1978, Ornduff 1969. |
| *Podostemun ricciiforme* (Liebm.). P. Royen, Acta Bot. Neerl. 3(2):240 (1954) | Cuyoaco | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: adherida a las rocas y a otros sustratos en arroyo con corriente moderada. | 0-1 500 | Novelo y Philbrick 1997, Philbrick 1984, Royen 1954. |
| *Pontederia sagittata* C. Presl, Reliq. Haenk. 1:116 (1827) | Cuetzalan | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: pequeñas lagunas, ríos, arroyos, terrenos inundados y canales. | 0-1 600 | Lowden 1973, Novelo y Lot 1994, Novelo 1996. |
| *Potamogeton pectinatus* L., Sp. Pl. 127 (1753) | Libres | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: arroyos en pendientes leves. | 0-2 400 | González 1989, Haynes 1993, Novelo y Lot 1990; Philbrick 1988. |
| *Potamogeton pusillus* L., Sp. Pl. 127 (1753) | San Nicolás de los Ranchos | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: escorrentías del Popocatépetl e Iztaccíhuatl. | 1 000-3 000 | Haynes 1974, Haynes 1993, Novelo y Lot 1990; Philbrick 1988. |
| *Potamogeton foliosus* Raf., Med. Repos. II. 5:354 (1808) | Atexcac | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: Laguna San Luis Atexcac, estanques y canales. | 0-2 300 | González 1989, Haynes 1993. |
| *Ruppia maritima* L., Sp. Pl. 127 (1753) | Ixtacamaxtitlán | Hidrófita enraizada sumergida | Salobre: Lagos epicontinentales Totolcingo y el Salado | 0-2 400 | Haynes 1993, Novelo y Lot 1990, Novelo y Lot 1994. |
| *Sagittaria latifolia* Willd., Sp. Pl. | Puebla, Cuautinchán, San Pedro Cholula y Tlahuapan | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: Río Prieto, Río Atoyac y arroyos. | 0-2 500 | Bogin 1955, Haynes 1984, Haynes y Holm-Nielsen 1993,1994, Lot y Novelo 1988, Lot 1990; Rataj 1972. |

*Continúa cuadro E.4.1.1*

| Especie | Municipio | Forma de vida | Habitat | Altitud (metros sobre el nivel del mar) | Referencias |
|---|---|---|---|---|---|
| *Sagittaria longiloba* Engelm. Ex Torrey en: J. G. Smith, annual Rep. Missouri Bot. Gard. 6:42 (1895) | Tehuitzingo y Chinantla | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: Afluente del Bajo Atoyac y Río Balsas. | 100-2 000 | Bogin 1955, Haynes 1984, Haynes y Holm-Nielsen 1993,1994, Lot y Novelo 1994, Martínez y Novelo 1993, Ramos y Novelo 1993, Rataj 1972. |
| *Triglochin mexicanum* Kunth in Humb., Bonol. Et Kunth. Nov. Gen. 1:96 (1815) | Oriental y San Nicolás Buenos Aires | Hidrófita enraizada emergente | Salobre: planos de cultivo inundados y Laguna de Totolcingo. | 2200-2 250 | Novelo y Lot 1990, Rojas y Novelo 1995. |
| *Tristicha trifaria* (Bory ex Willd.) Spreng, Syst. Veg., Ed. 16:22 (1825) | Oriental y Tepeya-hualco | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: planos de cultivo inundados. | 0-1 300 | Burger 1983, Royen 1951, Cusset y Cusset 1988, Philbrick y Novelo 1994. |
| *Typha domingensis* Pers., Syn. Pl. 2:532 (1807) | Libres | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: arroyos en pendientes leves y potrero inundados. | 0-2 250 | Lot y Novelo 1978, Novelo y Lot 1990,McVaugh y Koch 1993. |
| *Typha latifolia* L., Sp. Pl. 971 (1753) | Puebla | Hidrófita enraizada emergente | Dulceacuícola: charcas temporales | 0-2 800 | Hotchkiss y Dozier 1949, Lot y Novelo 1988, Novelo y Lot 1990, McVaugh y Koch 1993. |
| *Zannichellia palustris* L., Sp. Pl. 2:969 (1753) | Huejotzingo, Tepeya-hualco | Hidrófita enraizada sumergida | Dulceacuícola: canales de riego, aguas de escorrentía del Iztaccíhuatl. | 0-2 250 | Guo *et al.* 1990, Haynes y Holm-Nielsen 1987, Novelo y Lot 1990, Tomlinson y Posluszny 1976. |

*La Recolección de esta información fue tomada del libro: Lot, A., Novelo, A. R., Olvera, M. y Ramírez-García, P. 1999. Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Hidrofitas Esctrictas Emegentes, sumergidas y flotantes.*

Estudio de caso 4.2

## Colección entomológica de la Escuela de Biología de la BUAP

*Gonzalo Yanes Gómez y Marisol Rodríguez Olvera*

La Colección Entomológica de la Escuela de Biología de la BUAP fue iniciada en el año 2003 con los trabajos de Lino Zumaquero (com. pers.). Actualmente cuenta con 5 800 ejemplares, de los cuales 3 488 (60.1 %) corresponden a 11 órdenes: Blattoda con 50 individuos (1.4 %), Coleoptera con 3 139 (89.9 %), Dermaptera con 4 (0.11 %), Diptera con uno (0.02 %), Hemiptera con 6 (0.17 %), Hymenoptera con 16 (0.45 %), Lepidoptera con 11 (0.31 %), Mantodea con 3 (0.08 %), Odonata con 8 (0.23%), Orthoptera con 241 (6.90 %) y Phasmida con 9 (0.25 %). De todos éstos, sólo el 79.7 % (2 501) de los

coleópteros han sido determinados hasta especie y presentan la siguiente distribución: la familia Melolonthidae con 12 géneros y 46 especies, la Passalidae con un género y una especie, la Scarabaeidae con 19 géneros y 32 especies, y la familia Trogidae con una especie, es decir, 80 especies de la superfamilia Scarabaeoidea o Lamelicornia. Morón y Deloya (1993) han predicho 678 especies de esta superfamilia para el estado de Puebla, lo que significa que se tiene un 11.8 % de este total en la colección de la Escuela de Biología. El sesgo hacia los coleópteros es un reflejo de las líneas de investigación en entomología que se trabajan en la escuela, principalmente sistemática y ecología de Scarabaeoidea.

Estudio de caso 4.3

## Coleópteros lamelicornios

*Agustín Aragón, Hortensia Carrillo-Ruiz, Miguel Ángel Morón y Gonzalo Yanes-Gómez*

Los escarabajos lamelicornios son insectos conocidos en el estado de Puebla como "mayates", "toritos", "frailecillos" o "temoles". Se distinguen por su cuerpo robusto, caparazón grueso pero ligero, patas fuertes y antenas cortas, terminadas en un paquete formado por tres a siete laminillas que pueden moverse como un abanico, y dan lugar al nombre de lamelicornios (antenas lameladas). Muestran gran variedad de colores, tamaños y características distintivas; los machos de algunas especies tienen prominencias notables en la cabeza y/o en el tórax (Morón 2004).

Estos escarabajos tienen una participación destacada en los flujos de la materia y la energía en casi todos los ambientes continentales, sobre todo como consumidores primarios y degradadores. Su valor ecológico se incrementa pues usualmente las larvas consumen gran cantidad de substrato, evacuan proporciones importantes de heces ricas en nutrientes nitrogenados además de que representa una fuente importante de alimento para depredadores, parásitos y parasitoides (Morón 2001, Morón *et al.* 1997, Morón y Aragón 2003) (Cuadro E.4.3.1). Existen diversos trabajos que proponen usar a estas especies como indicadoras del estado de conservación del ecosistema, particularmente de las subfamilias Rutelinae, Dynastinae y Scarabaeinae (Morón 1997; Halffter y Favila 1993). Recientemente, Yanes-Gómez (2007) propuso 24 de estas especies como indicadoras para un bosque tropical caducifolio de la región de Santo Domingo Huehuetlán. Además, existe otro complejo de insectos que pueden dañar el sistema radicular en los cultivos, en donde se encuentran las larvas de escarabajos conocidas como "gallina ciega" que incluyen especies de los géneros *Phyllophaga, Paranomala, Cyclocephala* y *Diplotaxis*. Como plaga en más de 40 cultivos alimenticios o industriales, la "gallina ciega" puede causar desde el amarillamiento de las plantas, hasta la pérdida total de la cosecha (Aragón *et al.* 1998).

En México, se han registrado cerca de 1 750 especies de escarabajos lamelicornios, incluidas en diez familias (Morón 2003; Morón 2009). Durante las investigaciones efectuadas entre 1996 y 2008 en diferentes ambientes característicos del estado de Puebla, se ha confirmado la presencia de 264 especies de escarabajos incluidas en 88 géneros de nueve familias (Cuadro E.4.3.1), cifras equivalentes al 15 % de las especies y al 44 % de los géneros de estos grupos a escala nacional. Tal diversidad es alta en comparación con otros estados y evidencia la complejidad de los ambientes característicos de la entidad. Es posible que cuando menos existan representantes de otras 50 especies que se han citado de Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Veracruz, además de otras hasta ahora no descubiertas en las montañas y en los valles áridos.

En el territorio que ocupa el estado de Puebla confluyen corredores faunísticos de montaña y de

**Cuadro E.4.3.1** Se aprecia una síntesis de los hábitos de los géneros registrados de escarabajos de Puebla.

| Familias | Subfamilias | Géneros | Especies | Hábitos adulto-larva |
|---|---|---|---|---|
| Melolonthidae | Melolonthinae | *Phyllophaga* | 34 | Fitofago – rizófago |
| | | *Diplotaxis* | 14 | Fitófago – rizófago |
| | | *Macrodactylus* | 6 | Fitófago – rizófago |
| | | *Polyphylla* | 2 | Fitófago - rizófago |
| | | *Isonychus* | 1 | Fitófago – rizófago |
| | | *Chnaunanthus* | 1 | Florícola - saprófago |
| | | *Hoplia* | 1 | Florícola - saprófago |
| | Rutelinae | *Paranomala* | 18 | Florícola – rizófago |
| | | *Plusiotis* | 5 | Fitófago - xilófago |
| | | *Strigoderma* | 4 | Florícola – rizófago |
| | | *Epectinaspis* | 2 | Florícola – saprófago |
| | | *Chrysina* | 2 | Fitófago - xilófago |
| | | *Pelidnota* | 2 | Fitófago - xilófago |
| | | *Macraspis* | 2 | Fitófago - xilófago |
| | | *Parachrysina* | 2 | Florícola - desconocido |
| | | *Pachystethus* | 1 | Florícola – rizófago |
| | | *Macropoides* | 1 | Fitófago - xilófago |
| | | *Macropoidelimus* | 1 | Fitófago - xilófago |
| | | *Calomacraspis* | 1 | Florícola - saprófago |
| | Dynastinae | *Cyclocephala* | 16 | Florícola – rizo-saprófago |
| | | *Orizabus* | 3 | Saprófagos |
| | | *Golofa* | 3 | Caulófago - saprófago |
| | | *Phileurus* | 3 | Depredador – xilófago |
| | | *Xyloryctes* | 3 | Saprófagos |
| | | *Ligyrus* | 2 | Caulófago - saprófago |
| | | *Strategus* | 2 | Caulófago - saprófago |
| | | *Enema* | 2 | Saprófagos |
| | | *Dyscinetus* | 1 | Desconocidos |
| | | *Ancognatha* | 1 | Desconocidos |
| | | *Aspidolea* | 1 | Florícola - saprófago |
| | | *Coelosis* | 1 | Mirmecófilos |
| | | *Dynastes* | 1 | Fitófago – xilófago |
| | | *Hemiphileurus* | 1 | Depredador - xilófago |
| | | *Homophileurus* | 1 | Termitófilo |
| | | *Tehuacania* | 1 | Desconocidos |
| Cetoniidae | Cetoniinae | *Euphoria* | 10 | Florícola - saprófago |
| | | *Cotinis* | 3 | Melífago - saprófago |
| | | *Gymnetis* | 2 | Melífago - saprófago |
| | | *Hologymnetis* | 1 | Melífago – saprófago |
| | | *Gymnetina* | 1 | Melífago - saprófago |
| | | *Chlorixanthe* | 1 | Florícola - saprófago |
| | | *Paragnorimus* | 1 | Florícola – xilófago |
| | | *Inca* | 1 | Melífago - xilófago |
| Geotrupidae | Geotrupinae | *Geotrupes* | 2 | Coprófago - saprófago |
| | | *Ceratotrupes* | 2 | Coprófago – saprófago |
| | Bolboceratinae | *Bolbelasmus* | 1 | Desconocidos |
| | | *Eucanthus* | 1 | Saprófagos |
| | Athyreinae | *Neoathyreus* | 1 | Desconocidos |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro E.4.3.1*

| Familias | Subfamilias | Géneros | Especies | Hábitos adulto-larva |
|---|---|---|---|---|
| Hybosoridae | Ceratocanthinae | *Germarostes* | 1 | Micófago - saprófago |
| | | *Ceratocanthus* | 1 | Micófago - saprófago |
| | Hybosorinae | *Hybosorus* | 1 | Micófago - saprófago |
| Scarabaeidae | Scarabaeinae | *Onthophagus* | 10 | Coprófago - saprófago |
| | | *Canthon* | 5 | Coprófago - coprófago |
| | | *Deltochilum* | 4 | Necrófago - saprófago |
| | | *Copris* | 4 | Coprófago - coprófago |
| | | *Phanaeus* | 4 | Coprófago - coprófago |
| | | *Dichotomius* | 3 | Coprófago - coprófago |
| | | *Coprophanaeus* | 2 | Necrófago - saprófago |
| | | *Canthidium* | 2 | Coprófago - saprófago |
| | | *Sisyphus* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | | *Pseudocanthon* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | | *Ateuchus* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | | *Ontherus* | 1 | Coprófago - coprófago |
| | | *Digitonthophagus* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | | *Euoniticellus* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | Aphodiinae | *Ataenius* | 12 | Saprófago - rizófago |
| | | *Nialaphodius* | 2 | Coprófago - saprófago |
| | | *Cephalocyclus* | 2 | Coprófago - saprófago |
| | | *Neopsammodius* | 2 | Saprófagos |
| | | *Agrilinus* | 1 | Coprófago - saprófago |
| | | *Labarrus* | 1 | Coprófago – coprófago |
| | | *Platytomus* | 1 | Saprófagos |
| Trogidae | Troginae | *Omorgus* | 4 | Necrófago - saprófago |
| | | *Trox* | 2 | Necrófago - saprófago |
| Ochodaeidae | Ochodaeinae | *Neochodaeus* | 1 | Desconocidos |
| | | *Parochodaeus* | 1 | Desconocidos |
| Lucanidae | Aesalinae | *Aesalus* | 1 | Micetófago - xilófago |
| Passalidae | Passalinae | *Passalus* | 5 | Xilófago - xilófago |
| | | *Oileus* | 3 | Xilófago – xilófago |
| | | *Spurius* | 3 | Xilófago – xilófago |
| | | *Verres* | 2 | Xilófago – xilófago |
| | | *Odontotaenius* | 2 | Xilófago – xilófago |
| | | *Heliscus* | 2 | Xilófago – xilófago |
| | | *Ptichopus* | 1 | Mirmecófilo |
| | | *Petrejoides* | 1 | Xilófago – xilófago |
| | | *Popilius* | 1 | Xilófago – xilófago |
| | | *Vindex* | 1 | Xilófago – xilófago |
| | | *Pseudacanthus* | 1 | Xilófago – xilófago |

*Esta clasificación está basada en la propuesta realizada por Endrodi, 1966, Scholtz, 1990, citadas por Morón, 2003. Morón, M. A. (Editor) 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Volumen II, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae.Argenia editio. Barcelona España. 227. p*

ambientes tropicales secos o húmedos con historias zoogeográficas muy diferentes que han permitido el establecimiento de grupos de escarabajos con amplia distribución y también han favorecido el aislamiento de especies endémicas o con distribución muy restringida, como es el caso del dinastino *Tehuacania howdeni* en la región de Tehuacán, del escarabajo florícola *Paragnorimus aenescens* en el valle de Atlixco

y del *Geotrupes reddelli*, especie coprófaga cavernícola que solo se conoce de la zona de Cuetzalan.

La destrucción de los bosques nativos reduce las áreas de distribución de los escarabajos especializados y eventualmente puede ocasionar la desaparición de las especies en el estado o la extinción de los endemismos. Por otra parte, la expansión de los ambientes agrícolas y pecuarios favorece el establecimiento de especies oportunistas que pueden asociarse con los cultivos y el excremento del ganado. Sin embargo, algunas especies forestales se adaptan a las modificaciones inducidas, siempre que se conserven condiciones de sombra, humedad relativa y sustratos alternativos para su desarrollo. Por ejemplo, entre las especies de lamelicornios más notables del estado se encuentra el escarabajo rinoceronte (*Dynastes hyllus*) que mide hasta 9 cm de longitud y cuyas larvas se desarrollan durante dos o tres años comiendo el humus acumulado en las cavidades de los troncos de aguacatero silvestre o cultivado (Morón 1987).

Hasta donde se sabe, la fauna de escarabajos lamelicornios se ha conservado bien en las zonas protegidas de Puebla, así como en muchas montañas y cañadas, donde se alojan las especies con distribución restringida, pero seguramente esta fauna ha sufrido cambios importantes en otras áreas deforestadas durante los últimos 50 años. El cambio en los usos del suelo y la introducción de árboles exóticos afecta directamente a las especies forestales y propicia el predominio de especies heliófilas que aprovechan los ambientes agrícolas y los pastizales inducidos.

Para conservar los ensambles de especies nativas de lamelicornios, además de proteger áreas forestales amplias es necesario pensar en diseñar corredores arbolados que permitan la comunicación entre las poblaciones de las reservas o parques naturales. También sería útil efectuar muestreos en las áreas protegidas y sus perímetros para evaluar la riqueza de especies y obtener información sobre el posible recambio de especies, con la cual se puedan preparar programas específicos para mantener la diversidad local.

Otras medidas que pueden ayudar a conservar a los escarabajos son: a) no retirar la madera muerta en los bosques sujetos a algún tipo de aprovechamiento selectivo, porque en los tocones, troncos derribados o muertos en pie se desarrollan las larvas de numerosos lamelicornios; b) no eliminar completamente la hojarasca de los huertos y plantaciones porque allí prosperan comunidades de escarabajos benéficos como recicladores de materia; c) reemplazar las luminarias del alumbrado público por unidades de vapor de sodio, cuya longitud de onda es menos atractiva para las especies fotófilas, de otro modo los ejemplares atraídos por las luces blancas generalmente perecen aplastados por los vehículos y los peatones; d) educar a la población para que no dañe a estos escarabajos debido al miedo o repulsión que generan basado en supersticiones, así como recomendar que no participen en la recolección ilegal de ejemplares cotizados en los mercados internacionales por su tamaño, belleza o rareza.

Estudio de caso 4.4

## La diversidad de las hormigas

*Mariana del Socorro Cuautle Arenas*

Las hormigas constituyen uno de los grupos de organismos más abundantes, diversos y dominantes en la tierra; en algunos hábitats representan del 10-15 % del total de la biomasa animal (Beattie y Hughes 2002). Su importancia no sólo radica en su abundancia, sino en la manera en que interactúan con otros organismos, especialmente las plantas (Figura E.4.4.1). Las hormigas pueden proteger a las plantas

**Figura E.4.4.1** Hormigas forrajeando el néctar producido en nectarios extraflorales de *Turnera ulmifolia*.
Foto: Cuautle-Arenas M. S.

de los herbívoros, dispersar sus semillas, polinizar sus flores e incluso pueden llegar a "alimentarlas". A cambio de estos "servicios" las plantas pueden recompensar a las hormigas con alimento y sitios para anidar. A pesar de su importancia, pocos son los trabajos que hacen referencia a las hormigas en el estado de Puebla. Dos de ellos son listados para el país, en los que se reportan nueve especies (Rojas 1996) y posteriormente 14 especies para el estado (Rojas 2001). En trabajos realizados en zonas específicas de Puebla se reportan 10 especies en la zona del Zoológico "Africam Safari ", Puebla (Parra *et al.* 2003), 35 especies en el Valle de Tehuacán, San Rafael Coxcatlán (Ríos-Casanova *et al.* 2004) y 32 especies en el Parque Estatal "Flor del Bosque", Amozoc de Mota (Miguelena-Bada 2008). Todos estos trabajos hablan de la necesidad de un mayor esfuerzo por conocer la biodiversidad de hormigas, pero también del potencial que representa para el Estado. Aún menos son los trabajos que hacen referencia a la diversidad de las interacciones Hormiga-Planta. Rico-Gray *et al.* (1998) reporta para el Valle de Zapotitlán, Zapotitlán Salinas, 13 especies de hormigas que se alimentan del néctar floral o extra-floral producido por 42 especies de plantas, resultando en 135 pares de interacciones. Un ejemplo de la diversidad de interacciones alrededor de una asociación Hormiga-Planta es la del *Agave kerchovei*-Homóptero-Hormiga que ocurre en el Valle de Zapotitlán, Zapotitlán Salinas, (Cuautle *et al.* 1998, Cuautle *et al.* 1999). En ésta, los homópteros se alimentan de la savia del Agave insertando su pico; excretan una mielecilla, producto de desecho de su alimentación, que es forrajeada por hormigas de la especie *Camponotus rubrithorax*. Además de las hormigas, las mielecillas atraen a moscas, abejas y avispas. La mielecilla que no es forrajeada sirve como sustrato para el crecimiento de dos especies de hongos (*Capnodium* sp. y *Ceratocystis* sp.). Así, alrededor de una interacción Hormiga-Planta se da la interacción multi-trófica en la que se pueden ver involucradas hasta 19 especies de organismos de tres reinos diferentes. La diversidad de las hormigas no sólo está en el número de especies, sino también en sus interacciones.

Estudio de caso 4.5

## Las abejas

*Carlos Hernán Vergara Briceño*

En el estado de Puebla se han registrado 302 especies de abejas de las aproximadamente 2 000 que se conocen para el país (Vergara y Ayala 2002). Este número coloca a Puebla como el quinto estado con mayor diversidad de abejas, después de Chihuahua, Sonora, Jalisco y Baja California. A diferencia de muchos otros grupos de organismos, la diversidad de abejas es mayor en zonas áridas o semiáridas del mundo que en zonas tropicales húmedas (Michener 1979). La Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán presenta las zonas áridas con la mayor diversidad de abejas del Estado. En el Valle de Zapotitlán de las Salinas, por ejemplo, se registraron 270 especies (Vergara y Ayala 2002, Vergara y Michener 2004). Esta riqueza de especies es intermedia entre las regiones xéricas de Estados Unidos y las áreas mésicas del Altiplano Mexicano. El número de especies comunes a estas tres regiones es bajo, lo que indica diferencias en la composición florística de las áreas citadas, que ha evolucionado en tiempos recientes como resultado de la creciente aridez local (Axelrod 1979).

Las abejas son de gran importancia como polinizadores de plantas cultivadas y algunos cultivos presentes en Puebla dependen de las abejas para producir frutos de calidad comercial. Entre ellos están los frutales rosáceos como manzanas, duraznos etc; cucurbitáceas como la calabaza y hortalizas de invernadero como los jitomates y los chiles. Un estudio respecto de las abejas presentes en un huerto mixto en Huejotzingo (Vergara 2005) mostró que la diversidad que se encuentra en agroecosistemas es muy baja, comparada con la que se da en condiciones naturales, probablemente por efecto de prácticas agrícolas que no son favorables para los organismos benéficos.

Entre los polinizadores más importantes están las abejas melíferas, que son una especie introducida, las abejas sin aguijón de la subfamilia Meliponinae (Figura E.4.5.1) y algunas especies de jicotes o abejorros (género *Bombus*) (Figura E4.5.2). La especie de abejorro más usada para polinización en invernaderos es importada de Canadá o Estados Unidos, aunque existen especies nativas que tienen gran potencial para ser destinadas al mismo uso, como es el caso de *Bombus ephippiatus* (Vergara et al. 2006).

**Figura E.4.5.1** Meliponario de *Scaptotrigona mexicana* en Cuetzalan. (Foto: Carlos H. Vergara)

**Figura E.4.5.2** Abejorro jicote (Foto: Carlos H. Vergara)

Estudio de caso 4.6

## Las aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla

*Francisco Javier Jiménez Moreno, Roxana Mendoza Cuamatzi y Marco Antonio Pineda Maldonado*

En el estado de Puebla los bosques de encino (*Quercus* spp.) se ubican hacia las inmediaciones de la Sierra Nevada, el volcán de la Malinche, el pico de Orizaba, así como en relictos ubicados al este de la capital, como en el cerro de La Calera, en el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas "Flor del bosque", barrancas ubicadas entre las unidades habitacionales Manuel Rivera Anaya, Bosques de San Sebastián y hacia la Sierra de Amozoc, la cual se extiende desde el Cerro Tepoxuchitl hasta el Cerro de la Cruz, en Tepeaca.

En la actualidad estos bosques son relictuales, puesto que están rodeados de asentamientos humanos que constantemente avanzan poniendo en riesgo la continuidad de estos ecosistemas.

Son pocos los trabajos que han estudiado la avifauna en bosques de encino en el estado, de entre los más importantes destacan los realizados por Camacho (1996), Mendoza (2003) y Mendoza y Jiménez (2005) en el parque estatal general Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque", en Amozoc, Puebla, de los que se desprende el registro de 105 especies, entre las que destacan *Xenotriccus mexicanus, Accipiter striatus* e *Icterus wagleri*, citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. A la fecha, la Escuela de Biología de la BUAP ha realizado diversos proyectos de investigación con el fin de conocer la riqueza ornitofaunística de la región, enfocándose hacia la zona de la calera y áreas aledañas. La zona de estudio está entre los 19° 03´ de latitud norte y 98° 12´ de longitud oeste, con una altitud de 2 160 msnm. En el lugar se han registrado 75 especies de aves, comprendidas en nueve órdenes y 29 familias, lo que representa el 13 % de la riqueza del estado. El orden taxonómico con mayor cantidad de especies es el de los Passeriformes (gorriones, calandrias, trogloditas y formas afines) con 57 especies (74.6 %), seguido por garzas (Ciconiiformes) representado por cuatro especies (5.3 %), palomas (Columbiformes) y colibríes (Apodiformes) con tres especies cada uno (4 %); el orden Coraciiformes es el menos representado.

Los Passeriformes son el orden con el mayor número de familias (19). También se registraron cuatro especies endémicas para México, como la primavera huertera (*Turdus rufopallitus*), el mulato azul (*Melanotis caerulencens*), el mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*) y la matraca del Balsas (*Campylorhynchus jocosus*). Las rapaces están representadas por el halcón cernícalo (*Falco sparverius*), uno de los halcones más pequeños del país; el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), una de las aves de presa de mayor tamaño, ampliamente distribuida en México y que ha desarrollado una gran variedad de estrategias de caza para conseguir las presas que constituyen su alimentación, y el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*), una rapaz de tamaño mediano con hábitos forestales y que se encuentra citada en la NOM-059-SEMARNAT-2001. La presencia de pájaros carpinteros es de suma importancia, pues liberan de parásitos a los árboles. Al momento se han registrado el carpintero arlequín (*Melanerpes formicivorus*) y el carpinterillo mexicano (*Picoides scalaris*).

La estacionalidad de las aves está constituida por 52 especies residentes, 20 migratorias y 3 transitorias. Se conocen 3 especies introducidas en la zona: la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el gorrión casero (*Passer domesticus*).

En 2005 se documentó por primera vez al pájaro reloj (*Momotus mexicanus*) en el Eje Neovolcánico, del que se sabe se halla principalmente en la Vertiente del Pacífico y estribaciones de montañas, cuyo hábitat conocido son áreas semiáridas y áreas abiertas con árboles dispersos. Esta especie se distribuye, según avistamientos y la bibliografía en el estado de Puebla, hacia la Mixteca poblana y el Valle de Tehuacán, por lo que su presencia es notable. Estos

encinares también son hábitat para el mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*), especie considerada por Rowley en 1963, citado por Navarro-Sigüenza en 2000, como una de las especies más raras del país; en ciertas regiones se les ha observado en pocas ocasiones; es endémica de la región del Balsas. Las áreas donde se identifica su presencia así como su hábitat se encuentran perturbadas. Esta especie está considerada como sujeta a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059). La matraca del Balsas (*Campylorhynchus jocosus*) fue observada en el bosque de encino en el dosel medio, tanto en La Calera como en Flor del Bosque y áreas aledañas, localizándose incluso nidos activos.

Estas aves ven amenazada su existencia por causa del detrimento gradual del ecosistema, lo que origina la formación de parches a manera de islas, ocasionando una severa reducción en las poblaciones de aves que puede ocasionar la pérdida de su variabilidad genética y, en consecuencia, la erradicación de especies residentes de la zona. Como en muchos casos, existe una fuerte presión sobre este ecosistema que se encuentra amenazado por diversos factores, por lo que es necesario, además de la conservación de las áreas naturales, el desarrollo de programas de investigación que permitan conocer las especies y los procesos naturales que integran los ecosistemas en el estado.

## LITERATURA CITADA


Águila y Elvira, A. 2002. Estudio morfométrico y distribución espacial de las comunidades de zooplancteres presentes en el bordo Amatzcalli. Metepec. estado de Puebla. Tesis de Biólogo. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 47 p.

Ahmed, D. I., R. F. Cain. 1972. Revision of the genera Sporormia and Sporormiella. Can. J. Bot. 50:419-477.

Aladro, Lubel M. 2009. Manual de prácticas de laboratorio de protozoos ISBN 978-607-02-0444-9 UNAM. 123 pp.

Aladro, Lubel M. 2006. Principales clasificaciones de los protozoos 1-77 pp ISBN 970-32-3574-3 UNAM

Albarrán, A. 2007. La mojarra está al borde de la extinción. El Sol de Cuernavaca, 14 de mayo. Pag. 16.

Alvarado-Cárdenas, L. O. 2004. PLOCOSPERMATACEAE. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 41:1-6.

Álvarez, J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. Secretaria de Marina. Dirección General de Pesca. México, D.F.

Álvarez, J. 1957. Los peces del Valle de México. Departamento de Pesca. Servicios Técnicos (6): 1-62.

Álvarez, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Serv. Inv. Pesq.Institutro de Investigaciones Biológico Pesqueras.

Álvarez, J. y M. T. Cortés. 1964. Nueva especie de Albacea capturada en el alto Lerma (méxico) (Pisc. Cyprin.), Ciencia 23(3):104-106. UNAM. México.

American Ornithologists' Union. (AOU) 1998. Check-list of North American birds. 7th edition. American Ornithologists' Union, Washington, D. C.

Ando, H. 1973. Studies on the genus Hypnum Hedw. (II). J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. 14: 165-207.

Aquino, C. M. 2000. Mamíferos silvestres del Parque Estatal General Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque", Puebla. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue. 52 p.

Aragón, G. A. M. A. Morón, A. M. Tapia R. y R. Rojas G. 1998. Las especies de Coleoptera Melolonthidae relacionadas con plantas cultivadas en el estado de Puebla, México. pp. 131-142. En: Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Morón M. A. y A. Aragón G. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.

Arellano, A. 2002. Estudio etnobotánico en la localidad de San Juan Raya, perteneciente a la zona semiárida de Zapotitlan Salinas, Municipio Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de biología. BUAP, Puebla, Pue.

Arizmendi, M. C. y Espinosa de los Santos Monteros. 1996. Avifauna de los Bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 67: 25-46.

Arizmendi, M. C. y Valiente-Banuet A. 2006. Aves de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. UNAM, Instituto de Ecología, Iztacala y CONABIO. México, D.F. pp.161.

Ávila-Soriano, A. 1987. Algunos aspectos etnoherpetológicos de un Municipio totonaco de la Sierra Norte de Puebla:

Tepango de Rodríguez. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 96 pp.

Axelrod, D. I. 1979. Age and origin of Sonoran Desert vegetation. Occasional Papers of the California Academy of Sciences, San Francisco 132: 1-74

Babb, S. K. y P. Arias. 1985. Estratificación de la comunidad de aves del Parque Nacional Izta-Popo, Biología de Campo, Facultad de Ciencias, UNAM.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, H. Ouellet, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen Jr., J. A. Rising y D. F. Stotz. 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk, 117: 847-858.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen Jr. y D. F. Stotz. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk, 119: 897-906.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen Jr., J. D. Rising y D. F. Stotz. 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk, 120: 923-931.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen Jr., J. D. Rising y D. F. Stotz. 2004. Forty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk, 121: 985-995.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen Jr., J. D. Rising y D. F. Stotz. 2005. Forty-sixth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk, 122: 1026-1031.

Barbour, C. 1973a. A Biogeographical History of Chirostomata (Pisces:Atherinidae): A Species Flock from the Mexican Plateau, Copeia.1(3):533-556. USA.

Barbour, C. 1973b. The sistematics and evolution of the Genus Chirostoma, Swaison (Pisces, Atherinidae). Tulane Studies in Zoology and Botany. 8(3):97-141.USA.

Barbour, C. y R. Miller. 1978. A Revision of the Mexican Cyprinid Fish Genus Algansea, Misc. Publ. Zoology. 155:155-172 University of Michigan, USA.

Benítez, G. E. 1997. Los Ofidios de Puebla. Comisión Estatal Forestal y de la Fauna Silvestre de Puebla. 121 pp.

Bernardino, G. S., 2001. Variación Estacional de la Comunidad zooplanctonica del embalse Manuel Ávila Camacho durante el periodo mayo 1997-abril 1998.Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 52 p.

Bescherelle, E. 1872. Prodromus Bryologiae Mexicanae ou enumération des mousses du Mexique avec description des espèces nouvelles. Men. Soc. Natur. Sci. Natur. Cherbourg 16: 144-256.

Bogin, C. 1955. Revision of the genus Sagittaria (Alismataceae) Memories of the New York Botanical Garden 9(2):179-233.

Buitron, Sánchez B.E1985. Paleontología GeneralInvertebrados 49-78. UNAM

Burger, 1983. Podostemaceae. En: Flora Costaricensis. Fieldiana Botany New Series 13:1-8.

Caballero-Mellado, J. y Martínez-Romero, E. 1994. Limited genetic diversity in the endophytic sugarcane bacterium Acetobacter diazotrophicus. Appl. Environ. Microbiol. 60:1532–1537.

Caballero-Mellado, J., Fuentes-Ramírez, L. E., Reis, V. y Martínez-Romero, E. 1995. Genetic structure of Acetobacter diazotrophicus populations and identification of a new genetically distant group. Appl. Environ. Microbiol. 61:3008-3013.

Calderón, G. 1979. Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae. En: J. Rzedowski y G. Rzedowski (eds.) Flora fanerogámica del Valle de México, Vol. I. CECSA, México, D.F., pp. 193-198.

Camacho, M. M. y R. E. Mena. 2001. Avifauna del Valle de Zapotitlán Salinas, Gobierno del Estado de Puebla, SEDUBERCOP, BUAP, CONABIO, Asociación Ornitológica Ambiental "Huitzilcoalt", UCTVACO. Puebla, México.

Camacho, M. M., E. Seriña-Mena y S. S. Agustín. 1997. Listado de las aves silvestres del estado de Puebla. 2a edición. UCTVACO, Gobierno del estado de Puebla, SEMARNAT, U.S. Fish and Wildlife Service, The Nature Conservancy, Ashoka México, Comisión Estatal de Ecología. Puebla, México. pp. 36.

Camacho, M. M., E. Seriña-Mena, y R. E. Mena. 1996. Guía de identificación de aves silvestres de la reserva estatal general Lázaro Cárdenas flor del bosque. Primera edición. Editado por la Unión de Capturadores, transportistas y vendedores de aves canoras y de ornato del estado de Puebla. INE, SEMARNAP. Puebla,México. pp. 20

Camarillo, R. J. L. 1998. Observaciones preliminares sobre los anfibios y reptiles de los lagos cráter de Puebla-Veracruz. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Zool. 69:125-127.

Campbell, J. A. 2000. A New Species of Venomous coral Snake (Serpentes: Elapidae) from high desert in Puebla, Mexico. Proceedings of the Biological Society of Washington 113:291-297.

Campbell, J. A. y J. L. R. Camarillo. 1994. A new lizard of genus Diploglossus (Anguidae: Diploglossinae) from Mexico, whit a review of the Mexican and Northern Central American species. Herpetologica 50:193-209.

Canseco-Márquez, L. A. Mendoza- Hernández y A. Nieto-Montes de Oca. 2005. Geographic Distribution. Enulius flavitorques. Herpetological Review 36: 339.

Canseco-Márquez, L. y C. C. Austin. 2005. Geographic Distribution. Geophis blanchardi. Herpetological Review 36:82.

Canseco-Márquez, L. y E. N. Smith. 2004. A diminutive species of Eleutherodactylus (Anura: Leptodactylidae), of the alfredi group, from the Sierra Negra from Puebla, Mexico. Herpetologica 60:358-363.

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 1998. Geographic distribution. Laemantus serratus. Herpetological Review 29: 51

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2006a. Herpetofauna del Municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. pp. 180-196. En: Ramírez-Bautista, A. L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones especiales de la Sociedad Herpetológica Mexicana no. 3.

Canseco-Márquez, L. y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2006b. Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C. Escuela de Biología, BUAP. 78 p.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén y J. Salazar-Arenas. 2000. New Records and Range Extension for Amphibians and Reptiles from Puebla, Mexico. Herpetological Review 31: 259-263 pp.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén, U. O. García-Vázquez y C. Hernández-Jiménez. 2004. Geographic Distribution. Coleonyx elegans. Herpetological Review 35: 286.

Canseco-Márquez, L., J. R. Mendelson III y G. Gutiérrez-Mayén 2002. A new species of large Tantilla (Squamata: Colubridae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla México. Herpetologica 58:492-497.

Carcaño-Montiel, M. G. Ronald Ferrera-Cerrato, JesúsPérez Moreno, José D. Molina-Galan y Yoav Bashan. 2006. Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de Azospirillum y Klebsiella aisladas de maíz y teocintle. Terra Latinoamericana. 24:493-502.

Cárdenas, P. M. E. 1992. Frecuencia de hongos contaminantes del ambiente de diversos servicios del HUP. Tesis de licenciatura BUAP. Puebla, Pue. 57p.

Cárdenas, S. A. 1995. Las Pottiaceae (musci) del Valle de México, México. Acta Botánica Mexicana 33: 51-61.

Cárdenas, S. A. y M. C. Delgadillo. 1990. Manual de briofitas. 2a Edición. México D. F.

Carreto, I. A., A.Muñoz y M. C.Rodríguez. 1993.Flora Útil del Municipio de Amozoc de Mota Puebla. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Puebla. Tesis para obtener el título de Químico Farmacobiólogo. 266 p.

Casas, A., J. Viveros, J. Caballero, A. Valiente-Banuet, L. Cortés y P. Dávila. 2000. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. Economic Botany 55(1): 129-166.

Castillo-Meza, L., S. Gaona y J. García-Chávez. 1997. La ardilla voladora Glaucomys volans goldmani (Nelson, 1904) en Puebla, México. Revista Mexicana de Mastozoología, 2:119-121.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO, México, D. F. 464 pp.

Cerón-Carpio, A. B. y J.L. Marín. 2004. Listado Pteridoflorístico de la localidad el Capulín, junta auxiliar San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla. Boletín Amaranto. Asociación Mexicana de Jardínes Botánicos, A.C. (2): 43-47.

Cerón–Carpio, A. B., M. L. Arreguín–Sánchez y R. Fernández–Nava. 2006. "Listado con anotaciones de las pteridofitas del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México y distribución de las especies en los diferentes tipos de vegetación". Polibotánica (21): 45-60.

Chacón, S. 2002. Taxonomic notes on the genus Endoxylina (Diatrypales, Ascomycotina) and description of a new species from Mexico. Fungal Diversity 11:61-68.

Chacón, S. y G. Guzmán. 1983.Ascomycetes poco conocidos de México. Bol. Soc. Mex. Mic. 18: 183-218.

Chacón, S., Guzmán, G., Montoya, L. y Bandala, V.M. 1995. Guía ilustrada de los hongos del jardín Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y Áreas circunvecinas. 1ª Edición. Instituto de Ecología. A.C. Xalapa Veracruz.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de mexica pasado, presente y futuro, CONABIO. Instituto de biología, agrupación Sierra Madre. S.C. México D. F. pp.848.

Chavez-Toledo, C.1987. Aspectos distribucionales y ecológicos de los peces del Alto Lerma, Subcuenca del Río Lerma, Procedings of the desert Fishes Council. XIX Symposia. USA.

Conard, H. S. 1905. The waterlilies. A monograph of the genus Nymphaea. Publications Carnegie Institution of Washington 4:1-279.

Conover, R. J.1968. Zooplankton—life in a nutritionally dilute environment, Am. Zool. 8 (1968), pp. 107–118.

Contreras, J. J. L. 2005. Actualización e incremento de la base de datos del herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. VIEP, BUAP. Informe Final Snib-Conabio Proyecto No. Aa007. México D.F. (Datos no publicados).

Contreras-Balderas, S. y M. Escalante-C, 1984. Distribution and knownpacts of exotic fishes in México. In Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes. Johns H. University Press. 102-129.

Contreras-Jiménez, J. L., Cerón-Carpio, A. B., De Gante Cabrera, V.H. 2008. Diagnóstico Ambiental (Uso del suelo y vegetación mediante el uso de cartografía digital del Area Natural de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río de Necaxa" en el estado de Puebla e Hidalgo. Herbario y Jardín Botánico, VIEP. BUAP. (Datos no publicados).

Contreras-MacBeath, T., Humberto Mejía Mojica and Roberto Carrillo Wilson. 1998. Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos, México from introduced aquarium and other commercial fish. Aquarium Sciences and Conservation, 2, pag. 67-78.

Cortés, P. M. y Zumaquero R. 2005. Parasitos Intestinales de Canis lotus en parques infantiles del estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria. Univerisidad Mesoamericana. Puebla, Pue.

Crum, H. A. 1951. TheAppalachian-Ozarkian element in the moss flora of Mexico with a check-list of all known Mexican moss. Ph.D. Dissertation. Univ. Michigan. Ann Arbor.

Cuautle, M., J. G. García-Franco y V. Rico-Gray. 1998. Estructura poblacional y características foliares de Agave kerchovei. Relación con la presencia de homópteros y hongos en el Valle de Zapotitlán, Puebla. Cactáceas y suculentas mexicanas 43: 75-80.

Cuautle, M., V. Rico-Gray, J.G. García-Franco, J. López-Portillo y L.B. Thien. 1999. Description and seasonality of a homopera-ant-plant interaction in the semiarid Zapotitlan Valley, Puebla, Mexico. Acta Zoológica Mexicana 78:73-82.

Curtis, T.P., Sloan, W.T. y Scannell, J.W. 2002. Estimating prokaryotic diversity and its limits. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99:10494-10499.

Cusset, C. y G. Cusset. 1988, Etude sur les Podostemales. 9. Delimitations taxonomiques dans les Tristichaceae. Adansonia 2:149-177.

Daccordi, M., Triberti P., Zanetti A., 1989, Guía de Mariposas, Ediciones Grijalbo Barcelona. España 380 pp.

Dávila, P., J. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salina, J. Sanchez-Ken, P. Tenorio. 1993. X. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología UNAM.

De Buen, F. 1946. Ictiogeografia Continental Mexicana (I,II,III), Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. VII: 87-138. México.

De Ita, H. S., Centeno M, Ramirez-Guarneros A. Búsqueda de amibas de vida libre en líquido cefloraquideo de pacientes neuropatológicos en el HUP. Tesis licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas BUAP. 1991.

De la Fuente, D. O. A. 2003. Estudios de la Estructura de las comunidades de aves en los parques urbanos de Puebla y su entorno. Tesis de licenciatura en Biología con área enEcología. Universidad de Los Ángeles, Puebla, Puebla, México.

De la Vega-Salazar, M. Y. 2003. Situación de los peces dulceacuícolas en México. Ciencias 72: 20-30.

De Liñan, V. C. 1998. "Entomología Agroforestal: Insectos y Ácaros que dañan montes, cultivos y jardines". Ed. Agrotécnicas. S.L. pp: 429-460.

De Luna, G. E. 1984. Notas del Herbario XAL. I. Nuevos registros para la brioflora de Jalisco, Puebla y Veracruz. Biótica 9:211-214.

Delgadillo, C., Rodríguez T. y Cid V. J. 2008. Listado de Musgos del Parque Nacional la Malintzi. Escuela de Biología de la BUAP-Instituto de biología de la UNAM. Datos no publicados.

Delgadillo, M. C. 1971. Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico. Bryologist 74: 331-346.

Delgadillo, M. C. y A. Cárdenas. 1995. Observations on Moss Sucesión on Paricutin Volcano, México.The Bryologist. 98:606-608.

Delgadillo, M. C. y R.H. Zander. 1984. The mosses of the Tehuacán Valley, México and Notes on Their Distribution. The Bryologist. 87:319-322.

Delgadillo, M. C., Rodríguez R. T, Cid Vázquez V. J. 2008. Briofitas. Comunicación personal.

Díaz-Muñoz O. A. 2007. Frecuencia de microorganismos aislados en hemocultivos centrales y periféricos de los servicios de pediatría del hospital universitario de Puebla en el periodo 2006 a mayo 2007. Tesis licenciatura. BUAP. Puebla, Pue. 52p.

DOF (Diario Oficial). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio. Lista de especies en riesgo (6 de marzo de 2002). México.

Dorado, B. A., J.E. Mani yM. Sánchez.1989. Estudio de la Flora Util del Municipio de Atlixco, Pue. Escuela de Ciencias Químicas, UAP. Tesis de licenciatura. Químico Farmacobiólogo. 193 pp.

Durán-Fuentes, I., E. Pérez Ramos y A. Mendoza-Hernández. 2006. Geographic Distribution. Lithobates johni. Herpetological Review 37:359

Ecología y Medio Ambiente de Tlaquiltenango. 2007. La mojarra esta al borde de la extinción. El sol de Cuernavaca. 14 de mayo de 2007. Jojutla, Morelos.

Elías-Gutiérrez, M., 1996. Taxonomía y algunos aspectos Ambientales de los grupos Ctenopoda y Anomopoda, de la provincia Neovolcanense, subprovincia meridional de la República Mexicana, Tesis de Doctorado en Ecología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México. 185 p.

Eliosa-León, H., L. Canseco-Márquez y G. Yánez-Gómez. 1995. Geographic Distribution Ramphothyplos braminus. Herpetological Review 26: 110.

Elizalde-González, M.P., Fuentes-Ramírez, L. E. y Guevara-Villa, M.R.G. 2009. Degradation of immobilized azo dyes by Klebsiella sp. UAP-b5 isolated from maize bioadsorbent. J. Haz. Mat. En prensa.

Escalante, P., A. G. Navarro y A.T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. pp 279-304. En Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp). DiversidadBiológica de México: orígenes & distribución. Instituto de Biología, UNAM, México. 1a. Ed. en español.

Espinosa, T. A. 2000. Esporotricosis: Epidemiología. En: III Diplomado de Micología Médica. UNAM. Ppp 142-147.

Espinoza–López L. L. y Mendoza-Zamora C. 2001. Etiología de la pudrición de raíz y cuello del chile (Capsicum annuum L.) ocasionado por el hongo Phytophthora capsici en la región de Valseguillo, Puebla, Mexico. Fitopatología 30: 47-55.

Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. Pinus (Pinaceae). Fl. Neotrop. 75: 1–291.

Farjon, Aljos. 1993. Nomenclature of the Mexican cypress or "cedar of Goa", Cupressus lusitanica Mill. (Cupressaceae). Taxon 42: 81-84.

Farjon, Aljos. 2005. A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Royal Botanic Gardens, Kew.

Ferrari- Perez, F. 1886. Cataloge of Animals collected by the Geographical and Exploring Commission of the Republic of México. Proc. US Nat. Mus., 86: 25-181.

Ferrera-Cerrato, R. 1976. Micorriza. Examen predoctoral. Especialidad Microbiología. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D. F. 96 pp.

Finlay, J. B., Clarke, K. J., Cowling, A. J., Hindle, R. M., Rogerson, A. 1988. On the abundance and distribution of protozoa and their food in a productive freshwater pond. European Journal of Protistology 23:205–217.

Flores, V. O. y P. Geréz. 1988. Conservación en México. INIREB-Conservation International. México. Flores, V. O. y J. A. Hernández. 1992. Las Colecciones Herpetológicas Mexicanas. Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM, 4: 1-24.

Flores, V. O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2ª edición. CONABIO-UNAM. México. 439 pp.

Friedmann, H., L. Griscom y R. T. Moore. 1950. Distributional Check-list of the Birds of Mexico. Part 1. Pacific Coast Avif., 29: 1-202.

Fuentes-Huerta, M. 2005. PCR como herramienta para la identificación de diferentes alelos del locus b del tipo de apareamiento de Ustilago maydis. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias. Posgrado en Microbiología. Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Fuentes-Ramírez, L. E., Caballero-Mellado, J., Sepúlveda, J., y Martínez-Romero, E. 1999. Colonization of sugarcane by Acetobacter diazotrophicus is inhibited by high N-fertilization. FEMS Microbiol. Ecol. 29:117-127.

Fuentes-Ramírez, L. E., Jiménez-Salgado, T., Abarca-Ocampo, I.R. y Caballero-Mellado, J. 1993. Acetobacter diazotrophicus, an indoleacetic acid producing bacterium isolated from sugarcane cultivars of México. Plant Soil 154:145-150.

García-Vázquez, U. O., L. Canseco-Márquez, I. Solano-Zavaleta, J. L. Aguilar-López y J. Maceda-Cruz. Noteworthy records of amphibians and reptiles from Puebla, México. Herpetological Review (En prensa).

García-Vázquez, U. O., L. Canseco-Márquez, J. L. Aguilar-López, C. A. Hernández-Jiménez, J. Maceda-Cruz, Ma. G. Gutiérrez-Mayén y E. Y. Melgarejo-Vélez. 2006. Análisis de la herpetofauna en la Región Mixteca de Puebla, México. pp. 152-169. En: Ramírez-Bautista, A. L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones especiales de la Sociedad HerpetológicaMexicana no. 3.

Gastón, K. J. y J. I. Spencer.1998. Biodiversity: An Introduction. Blackwell, Oxford, Reino Unido.208pp.

Gehlbach, F. R. y B. B. Collete. 1957. A contribution to the Herpetofauna of the Highlands of Oaxaca and Puebla, Mexico. Herpetologica 13:227- 231.

Godfrey, R. K. y J. W. Wooten. 1981. Aquatic and wetland plants of Southeastern United States: Dicotyledons. The University of Georgia Press, Georgia. 933 p.

Gómez, J. A.,R. Novelo, G. y R. Arce, P. 2000. Odonatosde la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica "Ingeniero Fernando Hiriart Valderrama" (P.H. Zimapan), Hidalgo. Folia Entomol. Mex. 108:1-34.

González, Fernández. C., López Téllez. M. C. y Yanes Gómez G. 2008. Riqueza, Diversidad y abundancia de la avifauna del municipio de Chignautla, Puebla: Propuesta para su conservación y aprovechamiento sustentable. LX Congreso y V Simposio Nacionales de Ornitología. Edificio Carolino,Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.México. pp. 76.

González, M. 1989. El género Potamogeton (Potamogetonaceae) en México. Acta Botánica Mexicana 6:1-43.

González, M.C., R.T. Hanlin, M. Ulloa. 2004. Poroleprieuria, a new xylariaceous genus from Mexico. Mycologia 96: 675-681.

González, S. E y R. Novelo, G. 1991.Odonata de la Reserva de la Biosfera de la Michilía, Durango,México. Parte 1. Imagos. Fol. Entomol. Mex. 81: 67-105.

González-Chavira, M., y Rodríguez-Guerra, R. 2004.Analysis of pathotypes of Colletotrichum lindemuthianum found in central region of Mexico and resistance in elite germ plasm of Phaseolus vulgaris. Plant. Disease 88: 152-156.

González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: patrones de distribución y retos para su conservación. In Conservación de aves, experiencias en México, Gómez de Silva, H. y A. Olivares de Ita (eds.). NFWF, CIPAMEX y CONABIO. México, D.F., México. pp. 150-194.

González-Pérez, E., Yáñez-Morales, M. J., Santiago-Santiago, V. y Montero-Pineda, A. 2004. Biodiversidad fungosa en la marchitez del chile y algunos factores involucrados, en Tlacotepec de José Manzo, El Verde, Puebla. Agrociencia 38: 653-661.

Groombridge, B. (ed). 1992. Global biodiversity, status of the earth's living resources. Chapman y Hall. Londres. 585 pp.

Guerrero R. 2008. Sarcodinos o amibas de importancia médica enAmibiasis en el siglo XXI15-36.

Guo, Y. H., C. D. K. Cook, R. Sperry y P. A. Cox. 1990. The pollinitation ecology of Zannichellia palustris L. (Zannichelliaceae). Aquatic Botany 38(4):341-356.

Gupta, R. S. 2000. The natural evolutionary relationships among prokaryotes. Critical Reviews in Microbiology 26(2): 111-131.

Gutiérrez-Mayén, M. G. y J. Salazar-Arenas. 2006. Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilan de Serdán de la Sierra Norte de Puebla. pp. 197-223. En: Ramírez-Bautista, A, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones especiales de la Sociedad Herpetológica Mexicana no. 3.

Gutiérrez-Zamora, M. L. y Martínez-Romero, E. 2001. Natural endophytic association between Rhizobium etli and maize (Zea mays L.). J. Biotechnol. 91:117–126

Guzmán U., Arias S. y Dávila P. 2003. Catalogo de Cactáceas Mexicanas. Ed. UNAM-CONABIO

Guzmán, G. 1994. Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y México. Ed. Iberoamericana. México.

Guzmán, G. 1994. Los hongos en la medicina tradicional de Mesoamérica y México. Ed. Iberoamericana. México.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the Fungi of Mexico. Biodiversity and Conservation 7: 369-384.

Halffter, G. and M.E: Favila.1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biology International No. 27: 15-21.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, vol. 1:XV+600+90, VOL.2:VI+601-1181+90.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. Mycol. Res. 95: 641-655.

Haynes, R. P. 1993. Potamogetonaceae. En: R. Mc Vangh (ed.). Flora Novo-Galiciana 13:28-37.

Haynes, R. R. 1974. A revision of North American Potamogeton subsection Pusilli (Potamogetonaceae). Rhodora 76 (808): 564-649.

Haynes, R. R. 1979. Revision of North and Central American Najas (Najadaceae) Sida 8 (1):34-56.

Haynes, R. R. 1984. Alismataceae. Flora de Veracruz, Fascículo 37. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos Biótico, Xalapa, Veracruz. 20 p.

Haynes, R. R. y L. B. Holm-Nielsen 1994. The Alismataceae. Flora Netoropica 64:112.

Haynes, R. R. y L. B. Holm-Nielsen. 1987. The Zannichelliaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 68(2):259-268.

Haynes, R. R. y L. B. Holm-Nielsen. 1993. Alismataceae, Potamogetonaceae y Ruppiaceae. En: R. Mc Vaugh (ed.). Flora Novo-Galiciana 13:7-20, 28-40.

Hernández, M. 2002. Estudio florístico en la región de Santo Domíngo Huehuetlán. Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela De Biología. BUAP.

Hernández, M., P. Morales, J. L. Contreras y M. Rodríguez. 1995. Listado Florístico Preeliminar de la Región de Huehuetlán el Grande Puebla. XIII Congreso Mexicano de Botánica Diversidad Vegetal de México. Cuernavaca, Mor.

Hernández, N. J. 2005. Listado de mamíferos silvestres de Chila de las Flores, Puebla. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue. 72 p.

Hernández-Farfán, L. y García-Escalante M. 1997. Determinación de Listeria monocytogenes en quesos frescos no pasteurizados en el estado de Puebla. Tesis de Licenciatura, BUAP. Puebla, Pue.

Hernández-Hernández, F. 2008. Micología general de los hongos. En: Actualidades en Micología Médica. UNAM. Méndez Tovar L. J., López Martínez R., Hernández Hernández F. eds pp 3-6.

Hernández-López, C. 1984. Frecuencia de Staphylococcus aureus atípicos en muestras clínicas humanas del Hospital Universitario de Puebla. Tesis Licenciatura. BUAP. Puebla, Pue. 42p.

Herrera, P. 2002. Diversidad y distribución geográfica de los musgos del estado de Querétaro. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro.

Herrera, T. 2003. "Desconocidas, el 95% de las especies de hongos en México". Boletín UNAM. Julio. pp 13-16.

Herrera, T. y G. Guzmán. 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. An. Inst. Biol. UNAM 32:29-31.

Herrera, T., G. Guzmán.1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. An. Inst. Biól. UNAM 32:29-31.

Hotchkiss, N. y L. H. Dozier. 1949. Taxonomy and distribution of North American cat-tails. American Midland Naturalist 41(1):237-254.

Howell, G. N. S. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and North Central America. Oxford University Press. New York. pp. 851.

HUAP.2008. Base de datos del Herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. BIOTICA. BUAP. Puebla.

Hubbs, C y C. Turner.1963. Studies of the Fishes the order Cyprinodontes XVI. A revision of the Goodeidae, Misc. Pub. Museum of Zoology, 42:1-80. University of Michigan, USA.

Huerta, G., D. Martínez-Carrera, J. E. Sánchez, H. Leal-Lara y R. Vilgalys. 2005. Contribución al conocimiento de la diversidad biológica de Pleurotus spp. en México. I Reunión Nacional sobre el Cultivo de Pleurotus, Resúmenes, ECOSUR-SMM-INECOL-SEPI, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

INEGI. 1987. Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo cartográfico del estado de Puebla. 1-56.

INEGI. 2000. Síntesis geográfica del estado de Puebla. México.124 p.

INEGI. 2004. Sistema fisiográfico DGGTENAL. Escrito de la Subdirección de actualización de Recursos Naturales: Las Provincias Fisiográficas de México y sus Subdivisiones

IUCN. 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 December 2004.

Izquierdo, J. J. 1916. Investigaciones sobre paludismo en Puebla. Tesis de Licenciatura. Colegio del estado de Puebla. Puebla, Pue.

Jiménez, M. F. J., Mendoza Cuamatzi R., Pineda MaldonadoM. A. 2005. Ornitofauna de ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Memorias del XIV simposioy VIII Congreso Nacionales de Ornitología. pp. 37.

Jiménez-Salgado, T., Fuentes-Ramírez, L. E., Tapia-Hernández, A., Mascarúa-Esparza M. A., Martínez-Romero, E. y Caballero-Mellado, J. 1997. Coffea arabica L., new host plant for Acetobacter diazotrophicus and isolation of other nitrogen fixing acetobacteria. Appl. Environ. Microbiol. 63: 3676-3683.

Landolt, E. 1980. Key to determination of taxa within the family of Lemnaceae. En: E. Landolt (ed.). Biosystematic investigation in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 1. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich 70:13-21.

Landolt, E. 1986. The family of Lemnaceae. A monographic study. Vol. 1. En Landolt (ed.) Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 2. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich 71:7-566.

Larios, G. S. 2004. "Estudio Avifaunístico de la reserva ecológica campesina 'La Preciosita', Tlahuapan, Puebla". Tesis de licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. pp. 32.

LaVal, R. K. 1973. Systematics of the genus Rhogeessa (Chiroptera: Vespertiliomidae). Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas, 19:1-47.

Lavalle, P. 1975. Epidemiología del micetoma y de la esporotricosis con especial referencia al estado de Puebla. Memorias del VI Congreso Mexicano de Dermatología. 270-275.

Lazcano, H. M., M.P. Olivas y M. G. Sánchez. 1987. Estudio de la Flora Util de la localidad de Cuauhtinchán, Pue. Facultad de Ciencias Químicas, UAP. Tesis para obtener el título de Químico Farmacobiólogo. 230 pp.

Leopold, A. S. 1987. Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza. Cuarta reimpresión. Editorial Pax. México.

Leyequien-Abarca, E. 2006. Birds, Traditional Coffee Plantations and Spatial Complexity: The Diversity Puzzel. Wageningen University. ISBN 90-8504-416-2.

Leyva-Mir, S. G., Vivas-Enríquez, M. L., Villaseñor-Mir, H., Espitia-Rangel, E., Valadéz-Moctezuma, E. y Huerta-Espino, J. 2003. Diferenciación de aislamientos de Fusarium graminearum por patogenicidad y PCR. Rev. Fitotec. Mex. 26: 37-42.

Linares, A. M. 1991. Estudio de la Flora Util de dos localidades del Municipio de Tecali de Herrera, Pue. Tesis de licenciatura. Biólogo. Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. 187 pp.

Lobsen, N. M., 1977. El mundo de los insectos. Organización Editorial Novaro México 36-38 pp.

López-Reyes, L. 1996. Diversidad de los diazótrofos Klebsiella y Azospirillum asociadosa la caña de azúcar. Tesis de maestría en Ciencias Microbiológicas, BUAP. Puebla, Pue. 82p.

López-Wilchis, R. y J. López-Jardines. 2000. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canada. Volumen 3. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 421 pp.

Lot, A. 1990. Técnicas especiales de recolección y preparación de ejemplares de plantas acuáticas vasculares. En: A. Lot y F. Chiang (eds.). Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C: DT pp. 87-92.

Lot, A. y Novelo A. 1978. Excursión a la Laguna de Tecocomulco, Hgo. Guía Botánica. Publicación Especial de la Sociedad Botánica de México, México, D. F. 19 p.

Lot, A. y Novelo A. 1988. Vegetación y flora acuática del Lago de Páztcuaro, Michoacán, México. Souhtwestern Naturalist 33(2):167-175.

Lot, A. y Novelo A. 1994. Alismataceae. En: G. C. Davidse, M. Sousa y A. Chater (eds.) Flora Mesoamericana 6:3-8.

Lot, A., Novelo A., Olvera M. y Ramírez-García P. 1999. Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Instituto de Biología. UNAM. México. 161 p.

Löve, A. y D. Löve 1953. Studies in Bryoxiphium. Bryologist 56: 183-203.

Lowden, R. M. 1973. Revision of the genus Pontederia L. Rhodora 75(803):426-487.

Lowden, R. M. 1978. Studies on the submerged genus Ceratophyllum L. In the Neotropics. Aquatic Bonaty 4:127-142.

Lozano-Flores, J. 2004. Efecto antagonista de Azospirillum sp. contra hongos colonizadores de semillas de Zea mays L. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería Química, BUAP. Puebla, Pue. 68p.

Maceda-Cruz, R. J., H. Eliosa-León, G. Yanes-Gómez y A. Nieto-Montes de Oca. 2004. Geographic Distribution. Phrynosoma asio. Herpetological Review 35: 289.

Macías, R. M. 1996. Estudio de la Flora Util de dos localidades del municipio de Puebla, Pue. San Miguel Canoa y la Resurrección. Fac. de Ciencias Químicas. BUAP. Tesis de Químico Farmacobiólogo. Puebla. 107 pp.

Macnaught, B. R. (1996) Variación estacional de las diatomeas plánctonicas en el embalse Manuel Ávila Camacho en el estado de Puebla durante el ciclo anual de junio 1994 a mayo de 1995. Tesis de Biólogo. Esc. de Biología. BUAP. pp 78.

Macotela, R. E. 2000. Problemas de micología en el medio Rural. pp 89-99. En: López M. R. y Hernández H. F. (Eds). Memorias del III diplomado de Micología Médica. UNAM. México, D.F.

Madigan, M.T., J.M. Martinko y J. Parker. 1999. Brock Biología de los microorganismos. 8ª edicion. Prentice Hall Iberia, Madrid España. pp 1064.

Mangas-Ramírez E. 2000. Evaluación de los efectos de la remoción del lirio acuático (Eichhornia crassipes) en la biota y calidad del agua en el embalse Manuel Ávila Camacho, en el estado de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 66 p.

Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona.1082 p.

Martínez, M. 1963. Las pináceas mexicanas. 3a. ed., UNAM, Instituto de Biología, México, D.F. 401 pp.

Martínez, M. y R. A: Novelo 1993. La vegetación acuática de estado de Tamaulipas, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 64 (1):59-86.

Martínez-Alfaro, M. A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza, A. Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 78:15-40.

Martínez-Alfaro, M.A., E. Pérez-Silva, E. Aguirre-Acosta. 1983. Etnomicologia y exploraciones micológicas de la Sierra Norte de Puebla. Bol. Soc. Mex. Mic. 18: 51-64.

Martínez-Alfaro, M.A., V. Evangelista, M. Mendoza, G. Morales, G. Toledo y A. Wong. 1995. Catálogo de plantas útiles de la sierra Norte de Puebla, México. UNAM. México, D.F. 303 pp.

Martínez-Jiménez, M. y Charudattan, R. 1998. Survey and evaluation of mexican native fungi for potential biocontrol of waterhyacinth. J. Aquat. Plant Manage 36:145-148.

Mass, J., R. Patrón, A. Suárez, G. Ceballos, C. Galindo y A. Pescador. 1981. Ecología de la Estación Experimental de Zoquiapan. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México. Cuadernos Universitarios.

Mc Vaugh, R. 1993. Juncaginaceae. En: R. McVaugh (ed.). Flora Novo-Galiciana 13:441-449.

Mc Vaugh, R. y S. Koch, 1993. Typhaceae. En: R. McVaugh (ed.). Flora Novo-Galiciana 13:441-449.

Medel, R. 2007. Ascomycetes citados de México IV: 1996-2006. Revista Mexicana de Micología 25: 69-76.

Medel, R. y F.D. Calonge. 2004. Aportación al conocimiento de los Discomicetos de México. Con especial referencia al género Helvella. Bol.Soc. Mic. Madrid 28:151-159.

Medel, R., G. Guzmán y S. Chacón. 1999. Especies de macromycetes citados de México IX. Ascomycetes parte III: 1983-1996. ActaBotánica Mexicana 46: 57-72.

Medina-Lemus, R y P. Dávila-Aranda. 1997. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Gymnospermae. Lyndl. Fasciculo 12. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Meek , S. 1902. A contribution to the Ichtiology of Mexico. Field. Columb. Museum of Chicago, USA.

Mejenes, L. S., F. Mendoza- Quijano, C. Madero, y K. Molleda. 1999. Geographic Distribution. Coniophanes imperialis imperialis. Herpetological Review 26: 44.

Mejía-Mojica, H. 2001. Ictiofauna de los ríos Papagayo, Atoyac y Coyuca. Informe final del proyecto S141.CONABIO.

Mendelson, J. R., III y J. A. Campbell. 1994. Two new species of the Hyla sumichrasti group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Mexico. Proceedings of the Biological Society of Washington. 107:398-409.

Mendelson, J. R., III y L. Canseco-Márquez. 1998. Geographic Distribution. Bufo cristatus. Herpetological Review 29:106.

Méndez, S. C., 2000. Aislamiento de agentes causantes de micosis subcutáneas a partir de fuentes naturales en el estado de Puebla. Tesis de licenciatura. BUAP.

Méndez, T. L. J, Lemini López A., Hernández Hernández F., Manzano Gayosso P., Blancas Espinosa R. y López Martínez R. 2003. Frecuencia de micosis en tres comunidades de la Sierra Norte de Puebla. Gac. Med. Méx. 139(2): 118-122.

Méndez-Sanchez J. F. Soto Galera E., Paulo Maya J. Hernández Hernández M. A. 2002. Ictiofauna del Estado de México. Ciencia ergo Sum. Vol. 9-1.

Méndez-Sanchez J. F., Soto Galera E., Paulo Maya J., Hernández Hernández M. A. 2002. Ictiofauna del Estado de México. Ciencia ergo Sum. Vol. 9-1. marzo-junio.

Mendoza C. R. 2003. Contribución al conocimiento del orden Mallophaga (piojos) presente en aves del Parque Estatal Gral. Cárdenas "Flor del Bosque" Puebla, México. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp. 48.

Mendoza, C. R. y Jiménez M. F. J. 2005. Listado de aves del parque estatal Gral. Lázaro Cárdenas "flor del bosque" Amozoc, Puebla. Memorias XVIII Congreso Nacional de zoología, Monterrey, Nuevo León.

Mendoza, C. R. y Jiménez M. F. J. 2005. Listado de aves del parque estatal Gral. Lázaro Cárdenas "flor del bosque" Amozoc, Puebla. Memorias XVIII Congreso Nacional de zoología, Monterrey, Nuevo León.

Michelot, D. y Meléndez-Howell, L. M. 2003. "Amanita muscaria: chemistry, biology, toxicology, and ethno mycology". Mycological Research. 107. No. 2. February, pp. 131-146.

Michelot, D. y Meléndez-Howell, L.M. 2003. "Amanita muscaria: chemistry, biology, toxicology, and ethno mycology". Mycological Research. 107. No. 2. February, pp. 131-146.

Mickel, J. T. y A. Smith. 2004. "The Pteridophytes of Mexico". Mem. N. Y. Bot. Gard., 88:1-1054.

Miguelena-Bada, J. G. 2008. Estructura y composición de las comunidades de hormigas en ambientes contrastantes en el Parque Estatal Flor del Bosque en Amozoc de Mota, Puebla. Universidad de las Américas-Puebla. Puebla, Pue. México. 90 pp.

Miller, A. H., H. Friedmann, L. Griscom y R.T. Moore. 1957. Distributional Check-list of the birds of Mexico. Part II. Pacific Coast Avif., 33: 1-436.

Miller, R. 1986. Composition and Derivation of the Freshwater Fauna of México, Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 30: 121-153. ENCB-IPN, México.

Miller, R. y M. Smith. 1986. Origin and Geography of the Central México Fish Fauna. The Geography of North American Freshwater Fishes. C.R. Hocutt and E.O. Wiley. Interscience. N.Y.

Miranda, F. 1942. Estudios sobre la vegetación de México. Notas generales sobre la vegetación del suroeste de Puebla. An. Inst. Biol. Méx. 13:417-450.

Miranda, F. 1943. Estudios sobre la vegetación de México. Algunas características de la flora y vegetación de la zona de Acatlán, Puebla. An. Inst. Biol. Méx. 14:407-421.

Mittermeier, R. y C. Goettsch Mittermeier. 1997. Megadiversidad. Los paises más ricos biológicamente del muno. CEMEX, México.

Montaño, Cid, Zumaquero Rios, Cruz López, Valerdi Minor, Guzmán Coli y Aguilar Cuautle. 2008. Comparación de dos técnicas de flotación en diagnóstico rural de parasitismo intestinal. Revista Peruana de Parasitología 3:23-27.

Montes de Oca, B. 1975. Frecuencia en el aislamiento de Salmonella en una comunidad de la Ciudad de Puebla. Tesis de Licenciatura. BUAP. Puebla, Pue. 42p.

Montiel-Martínez A., Ciros-Pérez J., Ortega-Mayagoitia E. y Elías-Gutiérrez M. 2008. Morphological, ecological, reproductive and molecular evidence for Leptodiaptomus garciai (Osorio-Tafall 1942) as a valid endemic species. Journal of Plankton Research. 30(10): 1079-1093.

Moreno Z., C. 1990. Los hongos comestibles: un componente de la productividad del bosque en Santa Catarina del Monte, México. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 141 pp.

Morón, M. A. y R. Terrón. A. 1988. "Entomología Práctica". Instituto de Ecología, A. C., México. 504 pp.

Morón, M.A. & A. Aragón, 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. Dugesiana 10(1):13-29.

Morón, M.A. (Editor) 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Volumen II, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio, Barcelona, España. 227 pp.

Morón, M.A. 1987. Los estados inmaduros de Dynastes hyllus Chevrolat (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) con observaciones sobre su biología y el crecimiento alométrico del imago. Folia Entomológica Mexicana 72: 33-74.

Morón, M.A. 1997. Inventarios faunísticos de los Coleoptera Melolonthidae Neotropicales con potencial como bioindicadores. Giornale italiano Entomologia 8: 265-274.

Morón, M.A. 2001. Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae). pp.111-130. En: Fragoso, C. y P. Reyes- Castillo (Eds.). Diversidad, función y manejo de la biota edáficaen México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Numero Especial 1. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.

Morón, M.A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A. C. y Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. 204 pp.

Morón, M.A. 2009. Diversidad y distribución del complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Scarabaeoidea). Pp. 51-76. En: Rodríguez del Bosque, L.A. & M.A. Morón (Eds.). Plagas del suelo en México. MundiPrensa, México.

Morón, M.A. B.C. Ratcliffe & C. Deloya, 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia. Volúmen 1. Familia Melolonthidae. CONABIO y Sociedad Mexicana de Entomología, México. 280 pp.

Morón, R. M. A. y J. Valenzuela, G. 1993. Estimación de la Biodiversidad de Insectos en México; Análisis de un caso. Vol. Esp. (XLIV) Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 303-312 pp.

Morón, R. M. A.,C. B.Ratcliffe y C.Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México, Coleópteros: Lamellicornia. Vol. 1. Sociedad Mexicana de Entomología A.C. 280pp.

Müller, C. 1848–1851. Synopsis muscorum frondosorum ómnium hucusque cognitorum. Sumptibus Alb. Foerstner. Berolini. 2 vols.

Müller, C. 1874. Novitiates briothecae Müllerianae 3. Musici Mexicani. Linnaea N. S. 4: 620-660.

Munguía, Pérez R., Romo Lozano Y., Castañeda Roldán E., Velásquez Escobar M C., Espinosa Texis A. 2007. Epidemiología de la esporotricosis en el municipio de Huauchinango Puebla. Enf. Inf. Microbiol. 27(2):38-43.

Navarro, S. A. G., H. A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O. Rojas-Soto, y L. A. Sánchez-González. 2004. Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre Oriental, México. En Luna- Vega, I., J. J. Morrone, y D. Espinoza (eds.). La Sierra Madre Oriental: un enfoque multidisciplinario. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., México. Pp. 439–467

Navarro, S. A. G., y H. Benítez. 1993. Patrones de Riqueza y Endemismo de lasAves. Ciencias, Número Especial No. 7. Facultad de Ciencias, UNAM. Páginas 45-54

Nixon, K.C. 1993. The Genus Quercus in Mexico. En Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Ramamoorthy, T.P. et al. Eds. Oxford Univ. Press. N.Y. Cap. 16:447-458.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo del 2002.

Norma Oficial Mexicana. 2001. NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de riesgo. Categorías para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.

Notario, G. A. 1998. Orden Odonata. En: Entomología Agroforestal. Insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. C. De Liñan (Coordinador) Ed. Agrotécnicas, S.L. España.pp349-355.

Novelo, G. R., O. Canul G. y J. Camal M. 1988. Los Odonatos del estado de Quintana Roo, México (Insecta: Odonata). Fol. Entomol. Mex. 74: 13-68.

Novelo, R. A. y A. Lot. 1990. Typhaceae, Potamogetonaceae, Zannichelliaceae, Juncaginaceae, Najadaceae, Lilaeaceae, Alismataceae, Hydrocharitaceae, Lemnaceae, Pontederiacea. En: J. Rzedowski y G. Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México, Vol. III. Instituto de Ecología, Páztcuaro, Michoacán, pp. 14-34, 240-247, 273-278.

Novelo, R. A. y C. T. Philbrick. 1995. A new species of Oseyra (Podostemaceae) from Jalisco, Mexico. Novum 5:54-56.

Novelo, R. A: y A. Lot. 1994. Limnocharitaceae, Hydrocharitaceae, Cymodoceaceae, Najadaceae, Pontederiaceae, Potamogetonaceae, Zannichelliaceae. En: G. Davidse, M. Sousa y A. Chater (eds.). Flora Mesoamericana 6:8-17, 65-71.

Novelo, R., A. 1996. Sistemática de la familia Pontederiaceae en México. Tesis de doctorado Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 71 p.

Novelo, R., A. y M. E. Gallegos. 1988. Estudio de la flora y la vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del Valle de México Biotica 13 (1-2): 121-139.

Nowak, R. M. 1999.Walker`s mammals of the wold. 6 ed. The John Hopkins University Press, Baltimore.

Olfield, S., C. Lusty y A. MacKinven. 1998. The World List of Threatened Trees. World Conservation Press, Cambridge, UK. 650 pp.

Olivas, P. y M. Rodríguez-Acosta. 1991. La familia Compositae en la Región Central de Puebla: Taxonomia y Etnobotánica. Encuentro Regional de Investigación en Flora y Fauna.

Ornduff, R. 1969. Neotropical Nymphoides (Menyanthaceae): mesoamerican and West Indies species. Brittonia 21(4):346-352.

Ortega, M. M. (1975) Herbario ficológico. Anales del Instituto de Biología de la unam. no.46 serie Botánica. (1):15-20.

Ortega, M. M. (1984) Catálogo de algas continentales recientes de méxico. unam. México.

Osorio-Tepeyahuitl, H. 1998. Evaluaciónde la respuesta en Zea mays L. ssp. mexicana y Zea mays L. ssp. mays, a la inoculación de Azospirillum sp. y Klebsiella sp. aislados de Zea mays L. ssp. mexicana. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, BUAP. Puebla, Pue. 53p.

Palacios-Rios, M. 2006. http://www.helechos.com.mx/3Proyectos/2El_Maquique/2aEl_Maquique_(espanol)/2aEl_Maquique_(espanol).html

Palacios-Sánchez, M. 1998. Estudio comparativo de los grupos de zooplancteres en 7 bordos de la reserva General Lázaro Cárdenas, (Flor del Bosque) en Verano de 1996. Tesis de Biólogo. Escuela de Biología.. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 86 p.

Paredes-Flores, M., R. Liray P. Dávila. 2007. Estúdio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta Botánica Mexicana. 79:13-61.

Parra, A. V., B. Flores, L. García y L. Alba. 2003. Listado mirmecofaunistico del Parque Zoologico Africam Safari. Elementos. Ciencia y Cultura BUAP 52: 49-51.

Parra-Olea, G., L. Canseco-Márquez y M. García-Paris. 2004. A morphologically distinct new species of Pseudoeurycea (Caudata: Plethodontidae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla, Mexico. Herpetologica 60: 478-484.

Paulson, D. R. y E. González S. 2003. Odonata ofMéxico bye state. (En línea) University of Puget Sound,Tacoma.W.A. y Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en:http://www.ups.edu.biology/museum/odot.Mexico.html.

Pellicer-González, E., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, M. Aliphat y A. Estrada-Torres, 2002. Rural management and marketing of wild edible mushrooms in Mexico. Proceed. IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, Cuernavaca, Mexico. 433-443 pp.

Peña, O. J. y R. Novelo G. 1993. Los odonatos del estado de Hidalgo. En: Investigaciones Recientes. M. A. Villavicencio, S. Marmolejo y B. E. Pérez Escandón (Eds) Publicación de la Universidad Autónoma de Hidalgo. Hidalgo, México. 112-133 pp.

Pérez, J.1996. La Acuicultura y la conservación de la Biodiversidad Interciencia 21(3): 154-157. URL:

Pérez, M. A. 1988. Observaciones Generales sobre la Comunidad de Aves de un Pastizal localizado en la vertiente Oriental del Volcán Iztaccíhuatl. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM.

Pérez-Silva, E. 1970. Datos sobre el género Poronia (Pyrenomicetes) en México. Bol. Soc. Bot. Mex. 31:139-146.

Pérez-Silva, E. 1972. El género Phylacia (Phyrenomycetes) en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 6:9-16.

Pérez-y-Terrón, R. Villegas Ramírez, M.C. Cuéllar, A. Muñoz-Rojas, J. Castañeda-Lucio, M. Hernández-Lucas, I. Bustillos-Cristales, R. Bautista-Sosa, L. Munive R., J.A. Caicedo-Rivas, R y Fuentes-Ramírez, L.E. 2009. Detection of Pantoea ananatis, causal agent of leaf spot disease of maize, in Mexico. Australasian Plant Disease Notes. 4:96–99.

Philbrick, C. T. 1984. Aspects of floral biology, breedling system, and seed and seedling biology in Podostemum, Ceratophyllum (Podostemaceae). Systematic Botany 9(2):166-174.

Philbrick, C. T. 1988. Reproductive biology of freshwater aquatic angiosperms: an introduction. Annals of the Missouri Botanical Garden 75(3):739-740.

Philbrick, C. T. y R. A. Novelo. 1994. Seed germination and seed biology of Mexican Podostemaceae. Aquatic Botany 48:145-151.

Philbrick, C. T. y R. A. Novelo. 1995. New World Podostemaceae: ecological and evolutionary enigmas. Brittonia 47(2):210-222.

Pineda, M. A. M., Mendoza C. R. y Jiménez,M. F.J. 2008. Ornitofauna de la Ciudad Puebla y zonas Conurbadas, Puebla, México. LX Congreso y V Simposio Nacionales de Ornitología. Edificio Carolino, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. México. pp78.

Piñero, D., Martínez, E. y Selander, R. K. 1988. Genetic diversity and relationships among isolates of Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. Appl. Environ. Microbiol. 54: 2825-2832.

Priego-Rojano, A. 1996. Frecuencia de aislamiento, producción de sideroforos y actividad pectinolítica de Azospirillum sp. en suelos salinos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas, BUAP. Puebla, Pue. 52p.

Ramamoorthy, T. P., Robert Bye, Antonio Lot, John Fa. 1993. Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología. UNAM.

Ramírez, L. A. M y Vite Sagaón M. C. 1993. Encuesta epidemiológica sobre Paracoccidioides brasiliensis en el distrito de Teziutlán del estado de Puebla. Tesis de licenciatura. BUAP. Puebla, Pue. 43 p.

Ramírez, V. B., Cuautle Hernández E., Yanes Gómez G. y López Téllez M. C. 2008. Proceso de restauración de la colección ornitológica de la Escuela de Biología de la BUAP. LX Congreso y V Simposio Nacionales de Ornitología. Edificio Carolino, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. México. pp. 79.

Ramírez-Albores. 2007. Bird Diversity And Conservation of alto Balsas (Southwestern Puebla, México. Revista de Biología Tropical. No. 001 Vol. 55: 287-299.

Ramirez-Guarneros, A. D. 2005 Estudio epidemiológico de las infecciones intestinales parasitarias en el estado de Puebla, mediante un programa de integración servicio-docencia-investigación, de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Tesis de Maestria. Puebla, Pue. 60p.

Ramírez-Pulido, J. 1999. Biodiversidad mastozoológica del Eje Volcánico Transversal. Laboratorio de Zoología Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyecto J121. México, D.F.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo y B. Vargas Miranda. 1995. Registros adicionales de murciélagos del estado de

Puebla, México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 46:179-204.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, A. Salame-Méndez y H. H. Genoways. 1999. The heteromyid rodents from the Mexican State of Puebla. Mastozoología Neotropical, 6:113-127.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s). 21(1):21-82.

Ramos, F., Quiroz A., Ramírez-García P., Lot A. 2004. Manual de hidrobotánica. Muestreo y análisis de vegetación acuática. AGT Editor S. A. México. 158 p.

Ramos, V. L. y Novelo, A. 1993. Vegetación y flora acuática de la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México. Acta Botánica 25:61-79.

Rataj, K. 1972. Revision of the genus Sagittaria. Part. 2 (The species of the West Indies, Central and South American) Annotationes Zoologique et Botanical 78:1-161.

Rechi-Roqueñi, E. 1992. Bacterización de la cebada (Hordeun vulgare) con un inoculante de Azospirillum brasilense. Tesis de Licenciatura, Escuela Ciencias Químicas, BUAP. Puebla, Pue. 32 p.

Reis, V. M., Estrada-de los Santos, P., Tenorio-Salgado, S., Vogel, J., Stoffels, M., Guyon, S., Mavingui, P., Baldani, V.L.D., Schmid, M., Baldani,J.I., Balandreau, J., Hartmann A. y Caballero-Mellado, J. 2004. Burkholderia tropica sp. nov., a novel nitrogen-fixing, plant-associated bacterium. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54:2155-2162.

Reyes, Sandoval, I. M. y Yanes Gómez, G. 2008. Riqueza. Diversidad y abundancia relativa de la avifauna en la UMA Rancho El Salado, Jolalpan, Puebla. LX Congreso y V Simposio Nacional de Ornitología. Edificio Carolina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. México. pp77.

Rico-Gray, V., M. Palacios-Ríos, J.G. García-Franco. 1998. Richness and seasonal variation of ant-plant associations mediated by plant-derived food resources in the semiarid Zapotitlán Valley, México. American Midland Naturalist 140: 21-26.

Ríos-Casanova, L., A. Valiente-Banuet y V. Rico-Gray. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. Acta Zoológica Mexicana 20:37-54.

Rivera Alvarado, Julio César. 2002. Estudio Fitosociológico y Dendrométrico en el Ejido Las Casitas, Municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mexico.

Rivera, H. J. E. 2009. Interacción de los pobladores con la fauna de dos UMA de la Mixteca Poblana: Rancho El Salado y Tlalhuayan San Juan de los Ríos. Tesis de licenciatura en Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 89 pp.

Rodríguez, A. Sandra. 1990 Frecuencia de serotipos de Salmonella en aguas superficiales y potables en la ciudad de Puebla. Tesis de licenciatura. BUAP.

Rodríguez-Acosta M. 1990b. Tehuacán, reloj del tiempo vegetal. Elementos Revista de Ciencias Exactas, Naturales y Aplicadas. No. 14 año 4, Vol. 2. BUAP. Puebla. p. 26-36

Rodríguez-Acosta, M. 1990a. Estudio de la flora útil de los estados de Puebla y Tlaxcala. Primer Encuentro Regional de Investigación en Flora y Fauna Zona V. ANUIES. BUAP. Puebla, Pue.

Rodríguez-Acosta, M. y M. Tlapa. 1992. Medicinal plants from San Nicolas de los Ranchos, Puebla, Mexico (P). III International Congress of Ethnobiology. London, UK.

Rodríguez-Acosta, M., M. E. Lazcano, M. G. Sánchez, M. P. Olivas. 1992. Flora Útil de los Estados de Puebla y Tlaxcala. Gobierno del estado de Puebla-UAP-Comisión Puebla V Centenario. Puebla. 144 pp.

Rojas, M. J. y A. Novelo 1995. Flora y vegetación acuática del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Acta Botánica 31:1-17.

Rojas, P. 1996. Formicidae. pp. 483-500. En: J. Llorente, A.N. García-Aldrete y E. González (Eds.). Biodiversidad de artrópodos de México. UNAM-CONABIO. México.

Rojas, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae) Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número especial 1:189-238.

Rojas-Martínez, A. E. y A. Valiente-Banuet. 1996. Análisis comparativo de la quirópterofauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Acta Zoológica Mexicana. (n.s), 67:1-23.

Rojas-Soto, O. 1995. Riqueza y Distribución de las aves del estado de Puebla, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF.

Rojas-Soto, O. y A. G. Navarro. 1999. Nueva Información sobre la avifauna del estado de Puebla. México. An. Inst. Biol. Ser. Zool. 70: 205–213.

Romero, H. 1967. Catalogo Sistemático de los peces del Alto Lerma con descripción de una nueva especie, anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 14:47-80. ENCB-IPN, México.

Romero-Arenas O., Huerta L. M., Becerril H. M., Bautista C. J., Damián H. M. Á., Tapia R. A. M., Valencia De Ita M. y Bonilla V. L. A. 2009. Diversity of Wild Mushrooms in the Commonwealth of Benito Juarez, Tétela De Ocampo; Puebla-México. Research Journal of Biological Sciences 4 (2): 179-186.

Rosatti, T. J. 1987. The genera of Pontederiaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 68:36-71.

Royen, P. Van. 1951. The Podostemaceae of the New World I. Mededeligen van den Botanisch Museum en Herbarium van Rijks-Universitat te Utrcht 107:1-150.

Royen, P. Van. 1954. The Podostemaceae of the New World III. Acta Botanica Neerlandica 3(2):215-263.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. 2ª. reimpresión. 1983. México. 431 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y Orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana. 14:3-14.

Rzedowski, J. 1992a. Diversidad y orígenes de la Flora Fanerogámica Mexicana de México. En: Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Halffter, G. (comp.) pp: 313-335. Xalapa, Ver.

Rzedowski, J. 1992b. El Endemismo en la Flora Fanerogámica Mexicana: una apreciación analítica preliminar. En: Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Halffter, G. (comp.) pp: 337-359. Xalapa, Ver.

Salas-Moras, L. E. 2000. Identificación de microorganismos de solubilizadores de fosfatos asociados al cultivo de maíz de tres áreas edafoclimáticas diferentes. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, BUAP. Puebla, Pue. 73p.

Salazar Arenas, A. 1996. Variación estacional de las poblaciones de ciclopoideos presentes en el embalse Manuel Ávila Camacho ciclo junio de 1994 a mayo de 1995. Tesis de Biólogo. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 35 P.

Salazar-Hernández, H. 2006. Presencia de microorganismos bacterianos patógenos aislados en superficies vivas e inertes en las áreas de quirófano, unidad de cuidados intensivos y unidades de cuidados intensivos neonatales en dos hospitales de segundo nivel, durante el periodo 2002-2004. Tesis licenciatura. BUAP. Puebla, Pue. 49p.

Salvin, O. y F. Golman. 1879-1904. Biologia Centrali-Americana, Aves. Edit. Taylor and Francis. London.

Sánchez, A. C. 2003."Taxonomía de Insectos". Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. México. pp: 5-32.

Sánchez, A., M.P.G., Vázquez Cruz C., Gaërste Díaz C., Marcelino Estela A., Jiménez Valdéz A. 2004. Stachybotrys chartarum: el posible papél patogénico de un moho negro de interiores domésticos. En: Mecanismos de patogenicidad e interacción parásito hospedero. Rocha Gracia, R., Martínez Laguna Y., Lozano Zaraín P. Editores. BUAP. pp 143-159.

Sánchez, M., Alcocer, J., Lugo, A., Ciros, J., Ortega, E. 2008. Interacción Zooplancton-Recursos en un Lago Tropical Salino. Memorias, 4o. Congreso de la Asociación Mexicana de Limnología. Centro de Investigaciones Tropicales - Universidad Veracruzana. Xalapa. 130 p.

Sandoval, R. y Zumauqero R. 2006. Infección natural de Trypanosoma cruzi Hemiphtera (Reduvidae. Triatominae) vectores de la enfermedad de chagas en San Antonio Rayón. Tecnociencias. 6(1):31-41.

Sarukhán, J., Coleff P., Caravias J., Soberon J., Dirso R., Llorente B.J., Halffeter G., González R., March I., Mohar A., Anta S., Maza J. 2009. Síntesis Capital Natural de México. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

SDR. 2007. Cadenas Productivas Agropecuarias y Acuicolas del estado de Puebla. Cadena productiva de hongos. 757-764p.

Seymour, J. 1985. The nature. The Fungi.1a. Ed. Ed. Castell. Spain. pp. 58.

Sharp, A. J. 1945. Notas sobre la flora de la región escarpada de la parte noroeste del estado de Puebla. Bol. Biol. 11-12: 29-31.

Sharp, A. J., H. Crum y P. M. Eckel(eds). 1994. The moss flora of Mexico. Mem. New York Bot. Gard. 69:213-318.

Silva, C., Eguiarte, L. E. y Souza, V. 1999. Reticulated and epidemic population genetic structure of Rhizobium etli biovar phaseoli in a traditionally managed locality in Mexico. Mol. Ecol. 8:277–287.

Silva, C., Vinuesa, P.,Eguiarte, L.E., Martínez-Romero, E. y Souza, V. 2003. Rhizobium etli and Rhizobium gallicum nodulate common bean (Phaseolus vulgaris) in a traditionally managed milpa plot in Mexico: population genetics and biogeographic implications. Appl. Environ. Microbiol. 69:884-893.

Smith, H. M. y R. G. Van Gelder. 1955. New and Noteworthy Amphibians and Reptiles from Sinaloa and Puebla. México. Herpetologica 2:145-149.

Sobal, M., P. Morales, M. Bonilla, G. Huerta & D. Martínez-Carrera. 2007. El Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados. Capítulo 2.1, 14 pp. In: El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F.

Solano-Zavaleta, I. 2008. Estudio Herpetofaunístico del Municipio de Tlatlauquitepec, Sierra Norte de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 112 p.

Sosa, V. y C. M. Delgadillo. 1979. La distribución del género Sphagnum (musci) en México. Biótica 4: 141-147.

Sosa, V. y P. Davila. 1994. Una evaluación del conocimiento florístico de México. Annals of the Missouri Botanical Garden. 81:749-757.

SSA, Sistema Nacional de Vigilancia epidemiológica EPIDEMIOLOGIA Sistema Único de información. 38:18. semana 30 del 23 al 28 de julio 2007 ISBN 1405-2636.

Steffen, K.T., Hatakka, A. y Hofrichter, M. 2002. "Degradation of humic acid by the litter-decomposing basidiomycete Collybia dryophila". Applied and Environmental Microbiology. 68. No. 7. July. pp 3442-3448.

Stevenson, D. W., R. Osborne y J. Hendricks 1990. A world list of cycads. Mem. New York Bot. Gard. 57: 200–206.

Stork, N. 1988. Insec diversity: Facts, fiction and especulation. Biol. Jour Linnean. Soc. 35: 321-337

Suazo, I. 1992. Estudio de la Flora Util del municipio de Guadalupe Victoria, Puebla. Tesis de licenciatura. Biólogo.Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán. 206 pp.

Suazo, I. y M. Rodríguez. 1994a. Plantas útiles del municipio de Guadalupe Victoria, Puebla, México., 35th Annual meeting of the Society for Economic Botany, UNAM. 20 al 26 de junio, Méx. D.F.

Suazo, I. y M. Rodríguez. 1994b. Flora útil del municipio de Guadalupe Victoria, Puebla, Mexico.VI Congreso Latinoamericano de Botánica. Mar del Plata, Argentina. 2-8 octubre. p.476

Sutton, G. M. y T. D. Burleigh. 1942. Birds recorded in the Federal District and the states of Puebla and México by the 1939 Semple Expedition. Auk 59:418-423.

Tapia, R. A.M., R. Novelo,G.y J. F. López-Olguín. 2005. Listado de "Odonatos" (Insecta: odonata)depositados en la ColecciónEntomológica del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. En : A. Morales M.;A. Mendoza E. ; M. Ibarra G. yS. Stanford C. (Eds.) Entomología Mexicana Vol. 4 Colegio de Posgraduados. Montecillos Edo. de México. ISBN 968 839 453-X. pp 927-930.

Tapia-López, L. 2005. Influencia de Azospirillum spp. en el mantenimiento sustentable del agroecosistema de teocintle (Zea mays L. ssp. mexicana)libre de hongos fitopatógenos. Tesis de maestría en Ciencias Ambientales BUAP. Puebla, Pue. 108p.

Tapia-López, L., Fuentes-Zamitiz, E., Carcaño-Montiel, M. G., Muñoz-García, A. A. y López-Reyes, L. 2006. Aislamiento e identificación de géneros fúngicos asociados a Zea mays L. ssp. mexicana. En: Ciencias Ambientales. Temáticas para el desarrollo. Vol. 2. Ruíz-Careaga, J., Castelán-Vega, R., Cedillo-Ramírez, L. et al. Eds. Dirección de Fomento Editorial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp. 39-54.

Tay, Zavala J., Pedraza Sanchez J. H., Cruz López A. y Ramírez Guaneros A. D. 2006 Enfermedad de Chagas en el estado de Puebla. Rev Fac Med UNAM 49(5) p.194-202.

Tejero-Diez, J. D. 1998. Pteridoflora del Occidente del estado de México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias de la UNAM. 142 pp.

Thériot, I. 1926. Mexican mosses collected by brother Arséne Brouard. Smithsonian Miscellaneous Collections 78: 1-29

Thériot, I. 1931. Mexican mosses collected by brother Arséne Brouard. III Smithsonian Miscellaneous Collections 85: 1-44.

Tlapa, M. 1991. Estudio de la Flora Util del Municipio de San Nicolás de los Ranchos, Puebla. Tesis de Licenciatura. Químico Farmaco¬biólogo. Escuela de Ciencias Químicas, UAP.pp. 295 pp.

Toledo, V., J. Rzedowski, y J. Villa-Lobos. 1997. Regional overview: Middle America. En Davis Sd, Heywood Vh, Herrera-Macbryde O, Villa-Lobos J, Hamilton Ac (Eds). Centres of Plant Diversity. A Guide and Strategy for Their Conservation. Volume 3. The Americas. Wwwf/Uicn. Cambridge, Reino Unido. pp. 97-124.

Tomlinson, P. B. y U. Posluszny. 1976. Generic limits in the Zannichelliaceae (sensu Dumortier). Taxon 25:273-279.

Torres–Orozco, R. 1991. Los peces de México. AGT editor. México.

Torres-Pacheco, I., González-Chavira, M., Villaseñor-Mir, H., Huerta Espino, J., Villordo-Pineda, E., Espitia-Rangel, E., Guevara-González R. y Guevara-Olvera, L. 2007. Marcadores genéticos de resistencia a roya de tallo (Puccinia graminis Persoon f. sp. avenae) en avena (Avena sativa L.) Agricultura Técnica de México 33: 221-230.

Torres-Tejeda, A. 1991. Aislamiento de Clostridium perfringens a partir de productos cárnicos de la ciudad de Puebla. Tesis de Licenciatura, BUAP. Puebla, Pue.

Trappe, J., G. Guzmán, C.Vazquez Salinas. 1979. Observaciones sobre la identificación distribución y usos de los hongos del género Elaphomyces en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 13: 145-150.

Ulloa, M. 1991. Diccionario Ilustrado de Micología. 1ª Edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.

Vargas, M. B. 1999. Los murciélagos de Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 84 p.

Vargas-Cante, D. 2001 Diversidad genética de Azospirillum sp. asociado a maíz hibrido. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería Química, BUAP. Puebla, Pue. 67p.

Velasco, O. y González O. A. 1976. La esporotricosis en un pequeño poblado de la sierra de Puebla. Rev. Inv. Salud Pública. México. 36:133-137.

Velazco-Castrejón, B. 2007. Historia de la tripanosomiasis americana en México. Boletín del Hospital del niño. 237-241 pp.

Vergara, C. H. 2005. Effects of Agriculture on Bee Community (Hymenoptera: Apoidea) Structure in a Mixed Orchard in Central Mexico. Journal of Agronomy 4 (4): 277-280.

Vergara, C. H., Ayala, R. 2002. Diversity, phenology and biogeography of the bees (Hymenoptera, Apoidea) of Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Journal of the Kansas Entomological Society. 75 (1): 16-30.

Vergara, C. H., Fonseca-Buendía, P. y Aguirre-Sánchez, A. 2006. Evaluación de la eficiencia de Bombus ephippiatus Say (Hymenoptera, Apidae) como polinizador de jitomates (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero. Memoria del 4o. Encuentro de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el estado de Puebla. Puebla, Puebla.

Vergara, C. H., Michener, C. D. 2004. A new species of Caupolicana s.str. from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico, and a key to North American species of the subgenus (Hymenoptera, Colletidae). Journal of the Kansas Entomological Society 77(4): 783-787.

Villa-Bonilla, B., Rojas-Soto, O., G. Colodner-Chamudis, y C. Tejeda-Cruz. 2008. Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. Ornitología Neotropical, 19: 531-551.

Villalobos, C. G. 1994. Plantas comestibles en dos comunidades en la Sierra Norte de Puebla: Xochitlan de Vicente Suárez y Zapotitlán de Mendez. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México.

Villa-R, B. y F. A. Cervantes. 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, UNAM, México, VIII + 140 pp.

Villarreal, L. 1995. El hongo de pino: un recurso genético para el desarrollo sustentable de México. En: XI exposición de hongos. Tlaxcala. Departamento de Agrobiología. Laboratorio de Micología CICB-UAT. 46-48 pp.

Villarreal, O. 2000. El aprovechamiento sustentable del venado cola blanca mexicano (Odocoileus virginianus mexicanus); una alternativa para el uso del suelo en la región de la Mixteca Poblana. In: Memorias del VII Simposio sobre venados de México. UNAM, ANGADI. México, D. F. 127-152 pp.

Villaseñor J., P. Dávila y F. Chiang. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México 50:135-149

Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia. 28(3): 160-167.

Villaseñor, J. L. 2004.Los géneros de plantas vasculares de La flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 75:105-135.

Vovides, A. P., D. González, M. A Pérez-Farrera, S. Avendañno and C. Bárcenas. 2004. A Review of Research on the Cycad Genus Ceratozamia Brongn. (Zamiaceae) in Mexico. Taxon, Vol. 53, No. 2 pp. 291-297

Vovides, A. P., J. D. Rees, M. Vázquez-Torres. 1983. Zamiaceae. Fl. Veracruz. 26: 1–31.

Vovides, A.P., D. González, M.A Pérez-Farrera, S. Avendañno, C. Bárcenas. 2004. A Review of Research on the Cycad Genus Ceratozamia Brongn. (Zamiaceae) in Mexico. Taxon, Vol. 53, No. 2 pp. 291-297.

Vovides, A.P., y M.A. Medina (comp.). 1994. En Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Flores Villela O. y Gerez P. CONABIO-UNAM. México, D.F.

Warner, D. W. y J. R. Beer. 1957.Birds and Mammals of the Mesa de San Diego, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana, 2: 1-21.

Webb, R. y Ch. M. Fugler. 1957. Selected comments on Amphibians and Reptiles from the Mexican State of Puebla. Herpetologica 13:33-35.

Welden, A. L. y P. Lemke. 1961. Notas sobre agunos hongos mexicanos. Bol.Soc. Bot. Mex. 26: 1-24.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystem. Third Edition. Academic Press.San Diego. 1006 p.

Windfiel-Pérez, J, C., G. Parra-Olea y L. Hernández-Zárate. 2007. Registro de Pseudoeurycea mixteca (Caudata: Plethodontidae) en una cueva de Tehuacán, Puebla. Revista Mexicana de Biodiversidad 78:493-495.

Xelano-Conde, J. M. 2004. Estudio herpetofaunístico del Municipio de Zacatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, BUAP. México. 63 p.

Yanes-Gómez, G. 2007. Coleópteros Scarabaeoidea de Sto. Domingo Huehuetlan, y su posible uso como indicadores ecológicos. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias, BUAP. México.

Zander, R. H. 1981. Didymodon (Pottiaceae) in Mexico and California: Taxonomy and nomenclature of discontinuous and nondiscontinuous taxa. Cryptogamie. Bryol. Lichenol. 2: 379-422.

Zanoni, T. A. 1982. Taxodiaceae. Fl. Veracruz. 25: 1–6.

Zanoni, T. A. y R. P. Adams. 1979. The genus Juniperus (Cupressaceae) in Mexico and Guatemala: Synonymy, Key, and Distributions of the taxa. Bol. Soc. Bot. México. 38: 83–131.

Zarate, L. G., Zarate R. 1985. A cheklist of the Triatominae (Hemiphtera: Reduviidae) of Mexico. Int J. Entomol. 27:102-127.

Zumaquero, L., Percino Z., García A., García J. C. y Yanes G. G.2001. Especies de invertebrados de la cuenca del Río Apulco.Informe técnico CONABIO.

Garrity, G.M.; Bell, J.A. & T.G. Lilburn. 2004. Taxonomic Outline of the Prokaryotes Release 5.0 Bergey s Manual of Systematic Bacteriology, 2nd Ed.http://www.bergeys. org/outlines/bergeysoutline_5_2004.pdf. http://www.index-fungorum.org

S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, CD1 W3Tropicos http://www.tropicos.org/Catalogue of lifehttp://www.catalogueoflife.org/search.php

CAPÍTULO

# 5

Monumento a la Identidad, ubicado en la ciudad de Tehuacán, Puebla. Esta fuente representa la relación entre los mexicanos y el maíz como base de nuestra alimentación. Existen evidencias de que el Valle de Tehuacán fue uno de los centros de domesticación y diversificación de esta especie. Foto: Abel Gil Muñoz.

CAPÍTULO 5

# DIVERSIDAD DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

*COORDINADOR:*
*Pedro Antonio López*

## INTRODUCCIÓN

*Pedro Antonio López*

Como se ha señalado en capítulos anteriores, el estado de Puebla presenta una accidentada orografía, gran diversidad de climas, suelos y vegetación, entre otros factores, que han propiciando una gran diversidad genética en flora, fauna y microorganismos, con un alto nivel de endemismo en algunas regiones (Álvarez y Durán 2001; Rzedowski 1992), lo que lo ubica en el séptimo lugar nacional en biodiversidad (Álvarez y Durán 2001). A lo anterior podemos sumar la riqueza cultural que a lo largo de miles de años de interacción hombre–naturaleza ha creado una mayor diversidad mediante la actividad agrícola, al cultivar y domesticar especies introducidas y locales, tanto de plantas, como de animales, generando variación infraespecífica que se ha traducido en la existencia de gran número de variedades criollas o nativas.

Existen varios intentos para definir a las poblaciones o variedades criollas o nativas (Harlan 1992; Bellon 1996; Cleveland *et al*. 2000; Camacho-Villa *et al*. 2006), aunque aún no se ha alcanzado un consenso. Al respecto, en el presente capítulo retomaremos el término de poblaciones nativas (en un contexto agronómico) para hacer referencia al conjunto de individuos que se reproducen en un ambiente local, aunque su origen evolutivo no sea la localidad o región donde actualmente se reproducen. Este grupo de individuos es el resultado de un proceso de selección empírica dirigida por el agricultor para satisfacer sus necesidades de consumo y para enfrentar sus particulares condiciones socioeconómicas y naturales de producción. Estas poblaciones son diferentes y distinguibles unas de otras, por lo que es posible precisar su identidad y caracterizarlas morfológica y genéticamente. Una de sus características es que presentan una amplia variación en su estructura genética, aunque esta variación no es aleatoria, sino que es el producto del proceso de selección natural y artificial que las originó[1].

El presente capítulo se ha dividido en siete secciones, incluyendo una lista de las referencias bibliográficas, con énfasis en la importancia de la diversidad de los recursos genéticos en las actividades agrícola, ganadera y forestal en el estado de Puebla. A lo largo del capítulo, brevemente se da a conocer información relacionada con aspectos socioeconómicos de las especies que se mencionan, para resaltar su importancia como recursos genéticos.

En la sección 5.2 se establece, a nivel mundial y nacional, el papel de los recursos genéticos en el contexto actual y se señalan aspectos relevantes con relación a los recursos fitogenéticos, forestales, zoogenéticos y microbianos, de manera general. En la sección 5.3 se aborda la importancia de los recursos fitogenéticos, con énfasis en las principales especies cultivadas en el estado, como básicos, hortalizas, ornamentales, cultivos de uso industrial, forrajes y frutales, presentando información sobre la diversidad genética de algunas especies. En la sección 5.4 se incluye a las especies de recolección, entre las que se cuentan algunas silvestres y arvenses utilizadas como medicinales, aromáticas, condimentos y ornamentales, así como otras con potencial que han sido utilizadas y domesticadas en las comunidades rurales indígenas y mestizas. En la sección 5.5 se aborda la diversidad

[1] Este término fue modificado del elaborado por el grupo de trabajo de maíz, dentro de la Línea Prioritaria de Conservación y Mejoramiento de los Recursos Geneticos, del Colegio de Postgraduados.

del recurso forestal, señalando la diversidad de las principales especies maderables y no maderables de los diferentes tipos de vegetación que predominan en el estado. La sección 5.6 hace una reseña de las principales especies animales en la ganadería estatal, tanto en explotaciones comerciales intensivas como a nivel de traspatio, en los sistemas de producción familiares, con algunos ejemplos de su diversidad en diferentes regiones. En la sección 5.7 se da énfasis a la importancia de la diversidad de los microorganismos en sus diferentes usos actuales y potenciales, enfatizándose en las especies de hongos silvestres comestibles. Se emite una conclusión en relación al presente capítulo en la sección 5.8. Finalmente, en la sección 5.9 se tratan tres estudios de caso, como ejemplos del análisis de la diversidad de los recursos genéticos en el estado.

## LOS RECURSOS GENÉTICOS COMO COMPONENTES DE LA BIODIVERSIDAD

*Luis Villarreal Ruiz, Abel Gil Muñoz, J. Arahón Hernández Guzmán, Edgar Herrera Cabrera, Carlos Ramírez Herrera, Oswaldo R. Taboada Gaytán, Mario Valadez Ramírez, Samuel Vargas López*

Los recursos genéticos son un componente fundamental de la biodiversidad (CNEVB 1999; Gaston y Spicer 1998; Pineda *et al*. 2007) y se definen como el material genético de valor real o potencial, entendiéndose por material genético todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia; por su parte, Villarreal-Ruiz y Neri-Luna (2009) definen al recurso genético como el material constituido por genes, proteínas y metabolitos o fragmentos crudos de plantas, animales o microorganismos con valor intrínseco o utilitario (actual o potencial) que representa una característica fundamental de la biocomplejidad y consecuentemente son parte de la herencia cultural y tecnológica de la humanidad. De acuerdo con la evaluación de los ecosistemas del milenio, existen cuatro tipos de servicios que brindan los ecosistemas y que incluyen la biodiversidad y los recursos genéticos en: 1) apropiación, 2) sostén, 3) regulación y 4) culturales (MEA 2005).

El aprovechamiento directo de los recursos genéticos genera beneficios económicos globales de entre 500 y 800 billones de dólares anuales, superior a los 500 billones de dólares que se obtienen por año de la industria petroquímica mundial (Kate y Laird 2000). Costanza *et al*. (1997) estiman que el valor de uso indirecto alcanza en promedio 33 trillones de dólares para toda la biósfera, como valor mínimo estimado.

### Recursos fitogenéticos

En un sentido genérico se refiere a cualquier material genético de origen vegetal (plantas, genes o fragmentos de ADN) que tienen o pueden tener un valor antropocéntrico, producto de la evolución, el fitomejoramiento clásico o la ingeniería genética (CDB 1992; Pineda *et al*. 2007; TIRF s.f.). La importancia de los recursos fitogenéticos se refleja en el hecho de que en México las especies destinadas a la alimentación y la agricultura incluyen 50 autóctonas y 179 introducidas (Figura 5.1), que cubren 10.2 y 9.6 millones de ha respectivamente y representan un valor en producción de 73 y 119 millones de pesos al año, respectivamente (Lépiz y Rodríguez 2006).

### Recursos forestales

La diversidad de la vegetación arbórea, herbácea y arbustiva de los bosques de zonas templadas-frías, tropicales y subtropicales que cubren una superficie total de 55.2 millones de ha en México, genera productos maderables y no maderables que representan un volumen de producción de 6.4 millones de $m^3$ y 100 millones de toneladas con beneficios económicos anuales de alrededor de 6.7 y 1.5 millones de pesos, respectivamente (SEMARNAT 2005; INEGI 2008). Además, son un reservorio de biodiversidad de importancia estratégica para el país por ser una fuente de recursos genéticos vegetales, animales y microbianos (De Alba y Reyes 1998; Loa Loza *et al*. 1998; Pérez Verdín 2006).

### Recursos zoogenéticos

El uso de la variabilidad genética de los animales en los diferentes sistemas de producción nacional es parte de las estrategias de vida de las familias

**Figura 5.1** El maguey (*Agave* spp.) adaptado a condiciones limitantes y con gran diversidad genética y de usos en Puebla (Foto: Luis Villarreal Ruiz).

en el medio rural. En México se han establecido explotaciones ganaderas intensivas con un alto grado de tecnificación; además, se tienen sistemas ganaderos extensivos y de traspatio con un nivel tecnológico intermedio que en conjunto representaron en 2006 una producción de carne en pie de 8 mil y, de canal, de 5 mil toneladas (bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y aves), así como la producción de 12.6 millones de toneladas métricas de leche de bovinos y caprinos, huevo para plato, miel, cera en greña y lana sucia con un valor de 60.7 millones de pesos (INEGI 2008). Adicionalmente, la

recolección, caza y pesca de animales silvestres constituye una fuente complementaria de alimentos que provee hasta el 70 % de la ingesta proteica en regiones marginadas del país, para aquellos habitantes que mantienen un sistema tradicional de subsistencia diversificado que data de épocas prehispánicas (Toledo *et al*. 1985; Loa Loza *et al*. 1998). Como parte de la diversidad alimentaria de México, el consumo de insectos representa una fuente adicional de proteínas, así como de beneficios económicos producto de su comercialización; tal es el caso del "chinicuil", que es una larva que se desarrolla en las raíces del maguey y cuyo uso como alimento data de épocas prehispánicas (Figura 5.2).

**Figura 5.2** Larva del "chinicuil" (*Hypopta agavis*) (Foto: Luis Villarreal Ruiz).

## Recursos genéticos microbianos

La diversidad microbiana constituye una fuente inagotable de recursos genéticos útiles para el hombre, ya que de los 30 000 productos naturales bioactivos que se han descubierto, las bacterias y los hongos aportan el 33 % y 26 %, respectivamente (Henkel *et al*. 1999). El uso directo y comercio mundial de los hongos silvestres comestibles generó en 2004 ganancias por 1.6 billones de dólares (Boa 2004). Los hongos cultivados son una industria multimillonaria con ganancias de 3 billones de dólares anuales. Además, el uso tradicional de los microorganismos en la fermentación de bebidas, producción de alimentos y la optimización de procesos biotecnológicos en la industria alimentaria y farmacéutica tiene relevancia mundial. Su aplicación biotecnológica como biofertilizantes permite implementar sistemas de producción sostenibles en el sector primario (Bull *et al*. 2000).

# RECURSOS FITOGENÉTICOS CULTIVADOS

*Abel Gil Muñoz, J. Arahón Hernández Guzmán, Higinio López Sánchez, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Ricardo Lobato Ortiz, Juan de Dios Guerrero Rodríguez, Nicolás Gutiérrez Rangel, Pedro Antonio López, B. Edgar Herrera Cabrera, Mario Valadez Ramírez, Ramón Díaz Ruiz, Gabino García de los Santos.*

## Cultivos básicos

En el estado de Puebla los cuatro cultivos con mayor superficie sembrada son el maíz y sorgo (gramíneas) y el frijol y haba (leguminosas) de acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2008a), los que se describen a continuación.

### Maíz (*Zea mays*)

Esta especie se cultiva en todos los municipios del estado de Puebla aunque destacan las zonas de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de Libres y de Cholula que en conjunto produjeron 572 920 t en 2007 y que representaron el 62 % de la producción estatal (SIAP 2008b). Este cultivo se produce fundamentalmente bajo condiciones de temporal (91.3 % del total sembrado en 2007) y con el empleo predominante de semillas nativas o criollas (80 % de la superficie total cultivada en 2006) (INEGI 2007).

Aunado a la gran superficie cultivada de maíz en el estado, existen otros factores que le confieren mayor importancia a esta especie, pues fue en Tehuacán donde se encontraron algunos de los restos de mazorcas fosilizados más antiguos (ca. 7 000 años A. C. según MacNeish 1995). Desde el punto de vista agronómico, en cada microrregión del estado existe una variabilidad considerable en términos de coloración de grano (Figura 5.3), niveles de precocidad –que se refiere a los días a floración masculina y femenina– (Cuadros 5.1 y 5.2) y características agronómicas como rendimiento, altura de planta, resistencia a enfermedades, etc. (López *et al*. 1998; Muñoz 2003 y Gil *et al*. 2004a), (Estudios de Caso 5.9.1 y 5.9.2). Además, en el estado se cultivan diversas variedades mejoradas (SAGARPA 2008b).

**Figura 5.3** Importancia del maíz y una muestra de la amplia gama de formas de la mazorca y de colores de grano (Foto: Abel Gil Muñoz).

**Cuadro 5.1** Número de variedades de maíz colectadas y evaluadas en las microregiones del estado de Puebla exploradas en 1997.

| Microregión | Variedades | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Colectadas | Evaluadas en campo | | | | | |
| | | Total | Color Blanco | Color Azul | Color Amarillo | Color Pinto | Otros Colores |
| Ayotoxco | 227 | 198 | 166 | 4 | 20 | 8 | - |
| Izúcar | 100 | 61 | 51 | 5 | - | 3 | 2 |
| Tetela | 100 | 96 | 73 | 6 | 17 | - | - |
| Quecholac | 315 | 315 | 288 | 7 | 9 | 9 | 2 |
| Valle de Puebla | 136 | 136 | 96 | 16 | 2 | 17 | 5 |
| Zaragoza | 200 | 194 | 161 | 6 | 26 | - | 1 |
| Zacatlán | 136 | 127 | 80 | 24 | 20 | 3 | - |
| Mazapiltepec | 136 | 136 | 96 | 16 | 2 | 17 | 5 |
| Libres | 200 | 183 | 144 | 9 | 20 | 1 | 9 |
| G. Victoria | 80 | 77 | 71 | 3 | 2 | 1 | - |
| Esperanza | 100 | 94 | 88 | 3 | 2 | 1 | - |
| Serdán | 294 | 294 | 280 | 8 | 6 | - | - |
| Tlachichuca | 200 | 200 | 200 | - | - | - | - |
| Tlahuapan | 200 | 191 | 135 | 35 | 6 | 5 | 10 |
| La Malinche | 90 | 85 | 72 | 8 | 4 | - | 1 |
| **TOTALES** | **2 514** | **2 387** | **2 001** | **150** | **136** | **65** | **35** |

*Fuente: Gil M., A., P. A. López, A. Muñoz O. y H. López S. 2004. Variedades criollas de maíz (Zea mays* L.*.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización. In: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agrosistemas Tradicionales. Chávez-Servia, J.L., Tuxil y D.I. Jarvis (eds.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. pp. 18-25*

**Cuadro 5.2** Número de accesiones de maíz presentes por nivel de precocidad en cada una de las microrregiones del estado de Puebla exploradas en 1997.

| Microregión | Intervalos para DAFF* | Nivel de Precocidad** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | UP | P | I | T | UT |
| Ayotoxco | 60-77 | 198 | | | | |
| Tetela | 104-148 | | | 50 | 46 | |
| Valle de Puebla | 82-111 | | 106 | 30 | | |
| Zaragoza | 113-135 | | | 86 | 108 | |
| Zacatlán | 99-134 | | 33 | 89 | 5 | |
| Mazapiltepec | 88-125 | | 55 | 81 | | |
| Libres | 91-127 | | 109 | 73 | 1 | |
| G. Victoria | 100-126 | | 9 | 68 | | |
| Esperanza | 106-124 | | | 94 | | |
| Serdán | 102-134 | | | 241 | 53 | |
| Tlachichuca | 110-125 | | | 200 | | |
| Tlahuapan | 112-136 | | | 103 | 88 | |
| La Malinche | 116-165 | | | 1 | 68 | 16 |

* DAFF = Días al 50 % de Floración Femenina
**UP = Ultraprecoz (60-81 DAFF); P = Precoz (82-103 DAFF); I = Intermedio (104-125 DAFF); T = Tardío (126-147 DAFF); UT = Ultratardío (>147 DAFF)

*Fuente: Gil M., A., P.A. López, A. Muñoz O. y H. López S. 2004. Variedades criollas de maíz (Zea mays L.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización. In: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agrosistemas Tradicionales. Chávez-Servia, J.L., Tuxil y D.I. Jarvis (eds.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. pp. 18-25*

En Puebla se han reportado diferentes razas de maíz entre las que destacan el Chalqueño, Cónico, los Elotes Cónicos y el Cacahuacintle (Wellhausen *et al*. 1951; Cervantes y Mejía 1984; Muñoz 2003);

Finalmente, en el estado existe diversidad utilitaria, pues cada agricultor maneja entre una y siete poblaciones nativas que presentan no sólo una alta aptitud para la elaboración de alimentos a nivel tradicional y como rastrojo –entre otros usos–, sino que también tienen potencial a nivel industrial, como la elaboración de pozole o la obtención de pigmentos, como las antocianinas (Aceves *et al*., 2002; Gil 2000; Gil *et al*. 2002; Gil *et al*. 2004a; Gil *et al*. 2004b; Gil y Álvarez 2005; Gil *et al*. 2007; Rangel-Meza *et al*. 2004) (Figura 5.4).

### Sorgo (*Sorghum bicolor*)

El sorgo es una especie introducida a México en la década de los años setenta. En Puebla su cultivo se concentra principalmente en los DDR de Izúcar de Matamoros y de Cholula, con el 96.7 y el 3.1 % respectivamente, de las 13 300 ha sembradas anualmente (SAGARPA 2005; Pastrana 2007). Las variedades que se usan actualmente son mejoradas, procedentes de la industria privada y eventualmente de instituciones nacionales de investigación. El cultivo se destina a la alimentación del ganado.

### Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

En Puebla se cultivaron en el año de 2006 un total de 81 097 ha, lo que generó una producción de

57 665 t (SAGARPA 2006). Este cultivo alberga una amplia diversidad de tamaños, formas y colores de semillas. En este sentido, Díaz-Ruiz *et al*. (2008), estudiaron 122 colectas procedentes de 27 comunidades del estado y encontraron que el tamaño de semilla de frijol predominante, en base al peso de 100 semillas, fue el mediano (25-40 g), seguido del grande (>40 g) y el pequeño (< 25 g). Las formas registradas fueron: truncada, ovoide, arriñonada y cuboide. Los colores de semilla identificados fueron 14, predominando el negro (25 %), crema (15 %), amarillo mostaza (14 %) y castaño (14 %). Se detectaron pocos frijoles de grano rojo o gris. Es importante resaltar que algunos agricultores conservan y siembran poblaciones formadas por granos de diferentes colores como una estrategia para enfrentar las fluctuaciones ambientales. En trabajos desarrollados en la Cordillera del Tentzo, Pue., Herrera *et al*. (1993) y Díaz-Ruiz *et al*. (2005) identificaron frijoles de "mata" y de "guía", que son aquéllos con hábitos de crecimiento determinado e indeterminado y que además presentan variaciones de 65 a 92 días a floración, respectivamente. Es posible que en el resto del Estado se encuentren patrones de variación similares. En lo que respecta a las variedades mejoradas, se dispone de las siguientes: Azufrado Tapatío, Bayo INIFAP, Negro 150, Negro Otomí, Negro Perla, Pinto Villa, Bayo Mecentral, Bayo Victoria, Bayomex, Flor de Durazno y Flor de Mayo M-38 (SAGARPA 2008b).

**Figura 5.4** El contenido de pigmentos en el grano de maíz y la variación en la textura del mismo es parte de la diversidad genética de esta especie en el estado de Puebla (Foto: Abel Gil Muñoz).

### Haba (*Vicia faba*)

Puebla es el principal productor de grano seco de haba en México (Figura 5.5), ya que aporta el 64 % a la producción nacional. El haba para grano se cultiva en más de 16 000 ha (la mayoría en el Valle de Serdán) y el haba verde en 1 559 ha, en las regiones de Serdán, Atlixco y Puebla (SAGARPA 2008a). Su rendimiento promedio es de 1.13 $t \cdot ha^{-1}$. La selección de semilla practicada por el agricultor ha derivado en la formación de poblaciones locales, adaptadas a necesidades y condiciones ambientales específicas (Díaz-Bautista *et al*. 2008). En Puebla se reconocen seis tipos de haba: Blanca, Morada, Criolla Amarilla, Tarragona, Parraleña y Mestiza o Cochinera (Herrera-Cabrera 2005). El uso de tal diversidad está en función del conocimiento del ambiente y de las necesidades que los campesinos deben satisfacer (Díaz-Bautista y Herrera-Cabrera 2004). No obstante, por su elevada demanda en el mercado, en las zonas altas se destina mayor superficie al cultivo de las variedades Tarragona y Criolla Amarilla. Las variedades que se destinan básicamente al autoconsumo son la Blanca, Morada, Parraleña, Mestiza y Cochinera (Herrera-Cabrera *et al*. 2002).

## Hortalizas

En el estado de Puebla se cultiva una gran variedad de especies hortícolas, tanto de clima templado como tropical. Según SAGARPA (2008a), en el 2007 se reportaron 127 826 ha sembradas con hortalizas, con un valor de la producción superior a los $2 206 millones de pesos (Cuadro 5.3). Predomina la siembra de semilla mejorada en las especies de mayor valor comercial, aunque también es común que se siembren variedades criollas o nativas, sobre todo en las hortalizas de consumo regional.

Entre las especies más importantes y con potencial, se encuentra el chile, que pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Capsicum*, en el que se han descrito 30 especies (Bosland y Votava 2000, citados por Luna *et al*. 2007). De éstas, se han originado *C. annumm, C. chinense, C. frutescens, C. pubescens* y *C. baccatum*, que son las cinco especies domesticadas que se cultivan en el mundo; las primeras cuatro se cultivan en nuestro país (Castro *et al*. 2007). México es considerado como el centro de origen, diversidad y domesticación de *C. annumm*, que es la especie más importante en el mundo y que en Puebla incluye a la

**Figura 5.5** La diversidad genética del haba (*Vicia faba* L..) es importante en Puebla, y se cultiva principalmente en los Valles Altos (Foto: B. Edgar Herrera Cabrera).

**Cuadro 5.3** Principales hortalizas cultivadas en el estado de Puebla en 2007.

| Cultivo | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (t) | Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) | Valor de la producción (miles de pesos) |
|---|---|---|---|---|---|
| Acelga | 261 | 243 | 2 373 | 9.76 | 3 909.56 |
| Ajo | 446 | 421 | 2 335 | 5.55 | 27 239.50 |
| Alcachofa | 40 | 40 | 520 | 13 | 1 300.00 |
| Alhelí | 376 | 376 | 3 113 | 8.28 | 5 487.20 |
| Apio | 233 | 201 | 4 013 | 19.96 | 9 404.69 |
| Betabel | 418 | 383 | 7 510 | 19.61 | 14 688.82 |
| Brócoli | 1 347 | 1 322 | 21 092 | 15.96 | 68 694.90 |
| Calabacita | 4 546 | 4 489 | 52 470 | 11.69 | 167 070.40 |
| Calabaza | 193 | 193 | 1 839 | 9.53 | 2 863.69 |
| Calabaza (semilla) | 566 | 564 | 211 | 0.38 | 3 904.74 |
| Camote | 199 | 199 | 2 904 | 14.59 | 8 712.00 |
| Cebolla | 3 681 | 3 649 | 61 503 | 16.86 | 190 886.70 |
| Chícharo | 2 206 | 1 182 | 5 617 | 4.75 | 28 484.05 |
| Chile verde | 2 941 | 2 827 | 9 187 | 3.25 | 186 927.80 |

*Continúa cuadro 5.3*

| Cultivo | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (t) | Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) | Valor de la producción (miles de pesos) |
|---|---|---|---|---|---|
| Cilantro | 3 085 | 2 986 | 26 150 | 8.76 | 49 508.99 |
| Col (repollo) | 2 055 | 1 971 | 68 108 | 34.56 | 107 656.90 |
| Col de bruselas | 34 | 34 | 735 | 21.64 | 4 221.37 |
| Coliflor | 876 | 830 | 16 337 | 19.68 | 42 632.75 |
| Ejote | 1 256 | 1 243 | 11 305 | 9.1 | 39 497.95 |
| Elote | 14 088 | 14 088 | 135 506 | 9.62 | 160 465.10 |
| Epazote | 15 | 15 | 150 | 10 | 225.00 |
| Espinaca | 451 | 413 | 3 745 | 9.07 | 5 178.35 |
| Frijol | 71 471 | 70 157 | 47 324 | 0.68 | 350 507.90 |
| Haba verde | 2 474 | 2 474 | 16 443 | 6.65 | 33 852.53 |
| Hierbabuena | 8 | 8 | 68 | 8.5 | 204.00 |
| Huauzontle | 186 | 186 | 2 036 | 10.95 | 5 188.16 |
| Jamaica | 110 | 110 | 32 | 0.3 | 1 705.80 |
| Jícama | 258 | 258 | 5 534 | 21.45 | 18 033.75 |
| Lechuga | 2 927 | 2 786 | 63 656 | 22.85 | 132 009.40 |
| Manzanilla | 52 | 52 | 345 | 6.64 | 853.80 |
| Melón | 2 | 2 | 28 | 14 | 126.00 |
| Nopalitos | 134.5 | 112 | 7 959 | 70.75 | 21 902.50 |
| Pápalo | 89 | 89 | 356 | 4 | 808.00 |
| Pepino | 390 | 388 | 7 289 | 18.79 | 17 705.90 |
| Perejil | 30 | 30 | 526 | 17.56 | 1 533.24 |
| Pipicha | 60 | 60 | 180 | 3 | 406.50 |
| Poro | 146 | 141 | 1 697 | 12.04 | 4 046.20 |
| Rábano | 1 387 | 1 321 | 10 632 | 8.05 | 15 609.98 |
| Sandía | 52 | 52 | 1 000 | 19.23 | 6 640.00 |
| Tomate rojo (jitomate) | 933 | 927 | 17 523 | 18.9 | 139 632.40 |
| Tomate verde | 5 208 | 5 126 | 54 011 | 10.54 | 168 197.20 |
| Zanahoria | 2 594 | 2 588 | 66 881 | 25.84 | 158 646.10 |
| **Total** | **127 826** | **124 539** | **740 258** | **576.32** | **2 206 570.00** |

*Modificado de: SAGARPA. 2008a. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp.*

mayoría de las variedades: Poblano (Figura 5.6), Miahuateco, Jalapeño, Serrano, Chiltepin, Cera, Tampiqueño, Habanero, Loco, Güero y Miracielo. Las variedades que destacan con la mayor superficie cultivada y producción son el Serrano (2 223 ha y 31 122 t) y el Poblano (600 ha y 4 800 t).

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una especie anual que pertenece a la familia de las solanáceas y constituye una fuente importante de vitaminas, minerales y carotenos como el licopeno (Razdan y Mattoo 2007). En Puebla se cultivan los tipos de jitomate bola, saladette, riñón, cherry o cereza y uva. Los tres últimos son nativos del estado y representan una fuente importante de genes que pudieran incorporarse a los materiales comerciales para mejorar atributos como calidad, rendimiento, resistencia a factores bióticos y abióticos, entre otros. Aun cuando el cultivo de los diferentes tipos de jitomate se distribuye en gran parte del Estado, anualmente se siembran 1 380 ha de los tipos bola y saladette (SDR 2007a). Los principales municipios productores se encuentran en la región Mixteca y la Sierra Norte de Puebla.

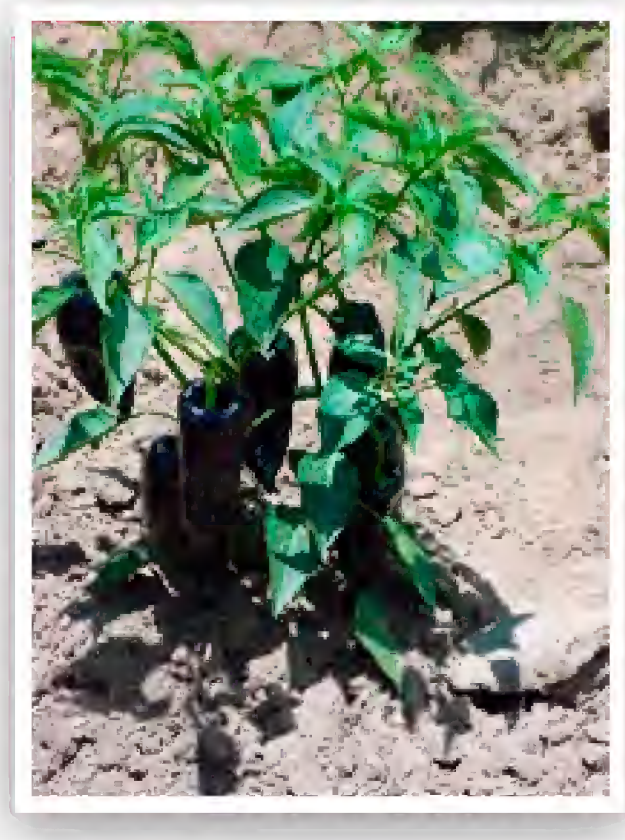


**Figura 5.6** El chile poblano (*Capsicum annumm* L.), cuya diversidad es mantenida por los campesinos y representa un ícono en la gastronomía poblana (Foto: Pedro Antonio López).

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) es una herbácea anual que pertenece a la familia Apiaceae (umbelíferas). De acuerdo con SAGARPA (2008a), en México se siembran casi 6 000 ha con cilantro, de las cuales casi el 50 % se localizan en Puebla. Los principales municipios productores de cilantro se ubican en los DDR de Libres, Cholula y Tecamachalco. La diversidad de esta especie consta principalmente de variedades criollas o nativas, que han sido seleccionadas por los agricultores para la producción de un mayor número de hojas; esta selección ha sido practicada a partir de algunas variedades mejoradas que han sido introducidas de Canadá, principalmente.

El cuatomate (*Solanum glaucences* Zucc.) es una especie perenne silvestre ampliamente distribuida en la mixteca baja poblana y que se encuentra en proceso de domesticación (Vargas 1998). Esta especie es apreciada por su fruto y también se le atribuyen propiedades medicinales. Actualmente, el aprovechamiento de esta planta se basa en la recolección y en el cultivo de traspatio y los campesinos reconocen una gran diversidad de frutos y formas de las plantas, requiriéndose trabajos de investigación encaminados a estudiar la variación de la o las especies presentes en Puebla, así como la variación infraespecífica y la generación de paquetes tecnológicos para su cultivo (SDR 2007a).

## Ornamentales

Puebla es el primer productor nacional de rosa (*Rosa* spp.) a cielo abierto, destacando además en la producción de especies nativas como el nardo (*Polianthes tuberosa* L.), pata de elefante (*Beaucarnea* spp.) y algunas orquídeas (Familia Orchidaceae), así como en la producción de especies introducidas como el alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*), agapando (*Agapanthus umbellatus*), ave del paraíso (*Strelitzia* spp.), bugambilia (*Bougainvillea*), eucalipto dólar (*Eucalyptus cinérea*), floripondio (*Brugmansia* spp.), gardenia (*Gardenia* spp.), gerbera (*Gerbera* spp.), helechos (Division Pterophyta), palma camedor (*Chamaedorea* spp.) y palma real (Familia Arecaceae), entre otros. El aprovechamiento de especies ornamentales tiene lugar en las regiones de Atlixco, San Martin Texmelucan y Huauchinango, principalmente (SDR 2007c).

## Cultivos de uso industrial

**Cebada maltera** (*Hordeum vulgare* L.): una de las cadenas agroindustriales de mayor importancia en Puebla es la de cebada-malta-cerveza, ya que en el 2007 se sembraron 24 187 ha, que se concentraron en los municipios de Cuyoaco, Libres, Tepeyahualco, Oriental, Ocotepec, Nopalucan y Guadalupe Victoria (DDR de Libres) y de Chignahuapan e Ixtacamaxtitlán

(DDR de Zacatlán) (http//www.campomexicano.gob.mx/portal_siap). El 95 % de la superficie sembrada con cebada es bajo condiciones de temporal y el 100 % de esa superficie es sembrada con semilla mejorada, generada por el INIFAP y distribuida a través de la empresa estatal "Impulsora Agrícola, S. A. de C. V." Las últimas variedades liberadas por el INIFAP y empleadas por los productores son "Esmeralda", "Gabyota" (Olmos s. f.) y "Adabella" (INIFAP 2004). En el Cuadro 5.4 se muestra información de otras especies de uso industrial; así también, la SDR (2007d) reporta otras especies con algún uso industrial (Cuadro 5.5).

## Forrajeros

Los cultivos forrajeros de corte de mayor importancia a nivel estatal son la alfalfa (*Medicago sativa* ssp. *sativa*), la avena (*Avena sativa* L.) y el maíz forrajero, de los que en el 2007 se sembraron 17 500, 7 532 y 4 012 ha, respectivamente (SIAP 2008). La alfalfa y el maíz forrajero se producen en condiciones de riego, mientras que la avena forrajera se cultiva en temporal (SIAP 2008). La diversidad genética de estos tres cultivos se basa, en su mayoría, en variedades mejoradas, sobre todo para zonas de alto potencial productivo. En alfalfa se distinguen tres grupos principales de diversidad: a) variedades importadas de compañías comercializadoras de semillas con buena aceptación por parte de los productores; b) variedades de uso tradicional local como "Atlixqueña" y "Oaxaqueña", y c) las alfalfas criollas o nativas, que son genotipos adaptados localmente que se han cultivado por siglos. No existe aprovechamiento de otras subespecies de alfalfa como la *falcata, varia, coerulea, tunetana y glutinosa*, que podrían ser buenas opciones para las zonas restrictivas donde no prospera la subespecie *sativa* (Guerrero *et al*. 2008).

Las variedades e híbridos de maíz forrajero provienen en su mayoría de compañías comercializadoras

**Cuadro 5.4** Principales especies industriales cultivadas en el estado de Puebla en 2007.

| Cultivo | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (t) | Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) | Valor de la producción (Miles de Pesos) |
|---|---|---|---|---|---|
| Amaranto | 1 365.0 | 1 365.0 | 2 357.7 | 1.73 | 15 471.6 |
| Cacahuate | 7 336.5 | 7 335.5 | 10 729.8 | 1.46 | 83 857.3 |
| Café cereza | 74 321.5 | 74 321.0 | 256 398.6 | 3.45 | 691 946.3 |
| Caña de azúcar | 13 095.0 | 13 095.0 | 1 614 072.0 | 123.26 | 680 596.3 |
| Caña de azúcar otro uso | 433.0 | 433.0 | 18 941.6 | 43.74 | 30 845.2 |
| Cebada grano | 24 187.0 | 23 441.7 | 44 040.4 | 1.88 | 98 473.7 |
| Colza | 10.0 | 10.0 | 151.6 | 15.16 | 169.04 |
| Jamaica | 110.0 | 110.0 | 32.8 | 0.30 | 1705.8 |
| Sábila | 99.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tabaco | 15.0 | 10.0 | 10.0 | 1.00 | 180.0 |
| Trigo grano | 3 492.0 | 3 423.5 | 5 708.4 | 1.67 | 9 410.9 |
| Vainilla | 41.4 | 21.9 | 22.4 | 1.02 | 2 068.5 |

*Modificado de: SAGARPA. 2008a.*
*Anuario Estadístico de la Producción Agrícola http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp.*

de semillas, nacionales y extranjeras, aptas para soportar altas densidades de población y destinados principalmente al ensilaje. De estas variedades, en los Valles Altos, los agricultores han derivado por selección generaciones avanzadas como los tipos "Campeón" y "Chalqueño". Otra fuente de diversidad para forraje son las variedades locales o nativas. De ellas se obtiene materia verde para la alimentación de rumiantes, sin afectar la producción de grano. En los Valles Altos se ha observado que algunas variedades locales presentan plantas con nervaduras de color café (Guerrero *et al*. 2007), característica asociada al menor contenido de lignina, compuesto limitante de la digestión de la materia seca en rumiantes.

Otro grupo de especies forrajeras son algunas leguminosas naturalizadas y nativas. Entre las las primeras, en la región templada se tiene a la carretilla

**Cuadro 5.5** Principales especies industriales reportadas para el estado de Puebla.

| Cultivo | Superficie Sembrada (ha) | Municipios |
|---|---|---|
| Agave mezcalero | 1184 | 12 |
| Agave lechuguilla | nd | nd |
| Agave pichomel | nd | nd |
| Algodón | nd | nd |
| Árbol del hule | 22 | 9 |
| Árbol del neem | 10 | 11 |
| Cacao | nd | nd |
| Caña de azúcar | 15 622 | 22 |
| Café | 75 011 | 55 |
| Candelilla | nd | nd |
| Carrizo | 1 300 | 46 |
| Casahuate | nd | nd |
| Coyol | nd | Nd |
| Estropajo | 27 | 17 |
| Jamaica | 453 | 12 |
| Jonote | 800 | 55 |
| Maguey pulquero | 3 280 | 46 |
| Palma dulce | 5 000 | 37 |
| Pita | nd | nd |
| Sábila | 99 | 26 |
| Tabaco | 8 | 1 |
| Vainilla | 390 | 31 |

*nd: no disponible.*
*Fuente: SDR. 2007d. Cadena productiva de cultivos industriales. In: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 593-659.*

(*M. polymorpha*), Medic Negra (*M. lupulina*), meliloto blanco (*Melilotus albus*) y meliloto amarillo (*M. officinalis*) y entre las nativas se tiene al chipilin (*Crotalaria pumila*) y otras como el desmodium o pega-pega (*Desmodium* spp.). En la Mixteca se pueden encontrar especies nativas herbáceas como el siratro (*Macroptilium* spp.) y estylo (*Styloshanthes* spp.) y especies arbóreas como la cubata (*Acacia simbispina*), el huizache (*Acacia farnesiana*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*), pero se requieren estudios para conocer su diversidad, producción y calidad nutritiva.

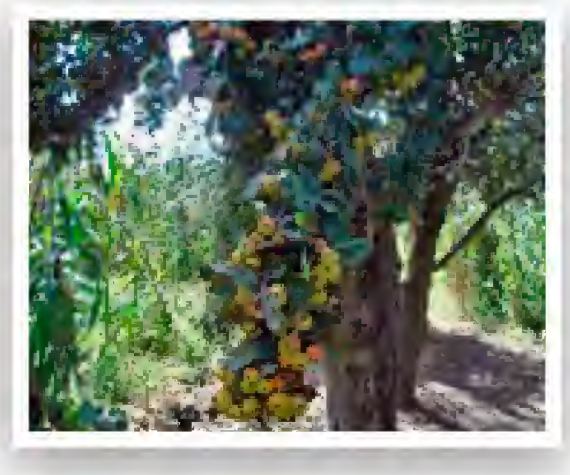


**Figura 5.7** El tejocote (*Crataegus pubescens*) es una especie poco valorada pero con amplia diversidad en el estado de Puebla (Foto: Nicolás Gutiérrez Rangel).

## Frutales

En México, los frutales ocupan el 10 % de la superficie cultivada, con 64 especies que se cultivan a escala comercial y de las cuales casi la mitad son introducidas (Borys y Leszczyńska-Borys 2001); algunas de estas especies se combinan entre sí en las huertas familiares de traspatio o se intercalan con diversos cultivos, y frutales silvestres de recolección o en proceso de domesticación (Leszczyńska-Borys y Borys 2002).

En el estado de Puebla, durante 2007 se cultivaron 60 998 ha con 29 especies de frutales que produjeron 2 814 974 t, con un valor de la producción de 1 584.2 millones de pesos (INEGI 2007). Las especies más importantes en cuanto a superficie cultivada fueron naranja (*Citrus sinensis*), manzana (*Malus pumila*) y ciruela (*Prunus salicina*), con alrededor de 17 250, 13 100 y 7 640 ha, respectivamente. Otras especies introducidas consideradas importantes son el limón (*Citrus* spp.), durazno (*Prunus persica*), pera (*Pyrus communis*), plátano (*Musa* spp.), tangerina (*Citrus* spp.), macadamia (*Macadamia* sp.), toronja (*Citrus paradisi*), litchi (*Litchi chinensis*), papaya (*Carica papaya*), mango (*Mangifera indica*), lima (*Citrus* sp.), mamey (*Calocarpum* sp.), arándano (*Vaccinium corymbosum*), nogal (*Juglans regia*), mandarina (*Citrus* sp.), chabacano (*Prunus armeniaca*), maracuyá (*Passiflora* sp.), higo (*Ficus carica*) y uva (*Vitis vinifera*).

Algunas especies importantes que son consideradas nativas de Puebla o con centro de domesticación o diversificación en el estado son: aguacate (*Persea americana*), Guayaba (*Psidium guajava*), pitaya (*Stenocereus stellatus*), pitahaya (*Hylocereus undatus*), tejocote (*Crataegus pubescens*) (Figura 5.7), tuna (*Opuntia* sp.) y zapote (*Diospyros digyna*) entre otros.

En la Sierra Norte de Puebla se reporta una relación de más de 80 especies de frutales que son aprovechadas por los distintos grupos étnicos que habitan esa región (Leszczyńska-Borys y Borys 2002). Por su parte Martínez (2007) y Basurto *et al*. (2008) hacen referencia a un total de 107 especies, 76 géneros y 42 familias, de las cuales 70 especies son nativas y 37 introducidas. Según Martínez (2007), las familias con el mayor número de especies son Rosaceae (manzano, peral, tejocote, durazno, almendro, chabacano, ciruelo, capulín, etc., 17 especies), Rutaceae (cítricos y zapote blanco, siete especies), Fabaceae o Leguminosae (tamarindo, jinicuil, mezquite, guamúchil, etc., seis especies) y Passifloraceae (maracuyá, granada china y otras pasifloras, cinco especies), en tanto que las especies con mayor número de variedades son plátano (*Musa* spp., 30 variedades), durazno (*Prunus pérsica*, 30 variedades), manzana (*Malus pumila*, 25 variedades), ciruela (*Prunus salicina,* 24 variedades), aguacate (*Persea* americana, 21 variedades), naranja (*Citrus sinensis*, 19 variedades), mandarina (*Citrus reticulata*, 16 variedades) y guayaba (*Psidium guajava*, 14 variedades). La importancia y diversidad de frutales en el estado de Puebla se resalta en una compilación que describe más de 60 especies (SDR 2007b).

# ESPECIES DE RECOLECCIÓN

*Adriana Delgado Alvarado, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Pedro Antonio López.*

En los diferentes tipos de vegetación presentes en el estado de Puebla crecen una gran variedad de plantas silvestres y arvenses que son recolectadas y utilizadas

por los habitantes de comunidades indígenas y mestizas. Estos recursos fitogenéticos se localizan en los bosques (que cubren el 9.3 % de la superficie total), las selvas (4 %), los matorrales (7 %), los pastizales (6.9 %), la vegetación secundaria (21.9 %) y otros tipos de vegetación (0.6%) (INEGI 2007).

## Medicinales

El conocimiento, distribución y uso de las plantas medicinales en el estado de Puebla está muy arraigado, debido a la diversidad cultural, ecológica y biológica que alberga. Sobresalen algunas comunidades de la reserva de la Biosfera Valle de Tehuacán-Cuicatlán, que es reconocida como una de las áreas protegidas más importantes de México, por su enorme riqueza biológica y altos niveles de endemismo (Dávila *et al*. 2002). El Cuadro 5.6 presenta la diversidad de familias y especies de plantas con diferentes usos en la región de Zapotitlán Salinas, donde se reportan 19 categorías de plantas útiles, destacando las medicinales y ornamentales con 98 y 94 especies, que representan el 22.5 % y 21.5 %, respectivamente (Paredes-Flores *et al*. 2007).

En la localidad de San Rafael, municipio de Coxcatlán, dentro de la Reserva de la Biósfera Valle de Tehuacán-Cuicatlán, se registraron 46 especies medicinales, de la cuales 47.8 % son silvestres, 28.2 % se cultivan en los huertos familiares y 23.9 % son adquiridas en los mercados populares (Cuadro 5.7) (Canales *et al*. 2006).

En la Sierra Norte de Puebla, Martínez *et al*. (2007) demostraron que los agroecosistemas cafetaleros son un importante reservorio de biodiversidad y de recursos genéticos de importancia antropocéntrica. En ese estudio dieron a conocer un inventario sobre la flora útil de los cafetales, destacando las plantas medicinales con 173 especies y las ornamentales con 47. El Cuadro 5.8 concentra algunas de las familias y especies reportadas. Adicionalmente, la SDR (2007f) reporta una gran diversidad de especies medicinales con potencial ante la demanda nacional e internacional, además de los principales municipios productores de esas especies (Cuadro 5.9).

**Cuadro 5.6** Familias y especies con uso ornamental y/o medicinal en Zapotitlán Salinas, Puebla.

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| **Acanthaceae** | | | |
| *Justicia mexicana* Rose | Muitle, kiwi | Ornamental, medicinal | Cultivada |
| *Ruellia hirsuto-glandulosa* Hemsl. | Betunia de monte | Ornamental | Silvestre |
| **Agavaceae** | | | |
| *Agave atrovirens* Karw. | Maguey manso | Medicinal, bebida alcohólica | Cultivada |
| *Agave potatotrum* Zucc. | Maguey papolome | Medicinal | Fomentada silvestre |
| *Agave stricta* Salm-Dyck | Pelo de ángel | Comestible, ornamental | Silvestre trasplante |
| **Aizoaceae** | | | |
| *Aptenia cordifolia* (L.f.) Schwante | Siempre viva flor rosa | Ornamental | Cultivada |
| **Amaranthaceae** | | | |
| *Amaranthus* sp. | Morada | Ornamental | Cultivada |
| *Gomphrena decumbens* Jacq. | Cabezona, gobernadora | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| **Anacardiaceae** | | | |
| *Schinus molle* L. | Cohuino, jovino, pirul | Medicinal, forrajera, combustible | Tolerada |

*Continúa cuadro 5.6*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| **Apocynaceae** | | | |
| *Nerium oleander* L. | Adelfa | Ornamental | Cultivada |
| *Plumeria rubra* L. | Cacalasuche | Ornamental | Silvestre, protegida |
| *Vallesia glabra* (Cav.) Link | Chinto borrego | Ornamental, comestible | Silvestre |
| **Araceae** | | | |
| *Anthurium andraeanum* Linden | Anturio | Ornamental | Cultivada |
| *Anthurium crassinervium* (Jacq.) Schott | Muchacha | Ornamental | Cultivada |
| *Caladium bicolor* (Ait.) Vent. | Cuernos de chivo | Ornamental | Cultivada |
| *Dieffenbachia picta* Schott | Hojas pintas | Ornamental | Cultivada |
| *Monstera deliciosa* Liebm. | Costilla de Adán | Ornamental | Cultivada |
| *Scindapsus aureus* Engl. | Teléfono | Ornamental | Cultivada |
| *Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel | Alcatraz | Ornamental | Cultivada |
| **Arecaceae** | | | |
| *Brahea dulcis* (Kunth) Mart. | Palma | Medicinal, ornamental | Silvestre |
| *Brahea nitida* André | Palmón | Ornamental | Silvestre |
| *Cocos nucifera* L. | Palmera de cocos | Ornamental, comestible | Cultivada |
| *Howea fortesiana* Becc. | Palma | Ornamental | Cultivada |
| *Pseudophoenix* sp. | Palma | Ornamental | Cultivada |
| **Asclepiadaceae** | | | |
| *Stapelia variegata* N.E.Br. | Espinacito | Ornamental | Cultivada |
| **Asphodelaceae** | | | |
| *Aloe vera* Burm. | Sábila | Medicinal, ornamental | Cultivada |
| **Asteraceae** | | | |
| *Artemisia absinthium* L. | Ajenjo | Medicinal | Cultivada |
| *Artemisia ludoviciana* (Nutt.) subsp. *mexicana* (Willd.) Keck | Istafieta | Medicinal | Cultivada |
| *Brickellia veronicifolia* (Kunth) A. Gray | Estrellita | Medicinal | Silvestre |
| *Calendula officinalis* L. | Mercadela | Medicinal | Cultivada |
| *Chrysanthemum indicum* L. | Crisantemo | Ornamental | Cultivada |
| *Dahlia* sp. | Juarigo | Ornamental | Cultivada |
| *Gymnolaena oaxacana* (Greenman) Rydb. | Molito | Medicinal | Silvestre protegida |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.6*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| *Gymnosperma glutinosum* (Sprengel) Less. | Popote, kantakaxi | Medicinal | Silvestre |
| *Heterotheca inuloides* Cass. | Árnica | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Montanoa mollissima* Brongn. ex Groenl. | Cuapiojo de monte | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Montanoa tomentosa* Cerv. | Cuapiojo | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Parthenium tomentosum* DC. | Hierba de hormiga | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Sanvitalia procumbens* Lam. | Ojo de gallo | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Senecio salignus* DC. | Asomiate, ntatsiokorva | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Sonchus oleraceus* L. | Achicoria | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Tagetes erecta* L. | Cempasúchil | Ornamental | Cultivada |
| *Tagetes* sp. | Flor de ratón | Ornamental | Silvestre fomentada |
| *Taraxacum officinale* Wigg. | Diente de león | Medicinal | Silvestre |
| *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass. | Acahual | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Zinnia peruviana* (L.) L. | Gallo | Medicinal, ornamental | Silvestre trasplantada |
| **Bignoniaceae** | | | |
| *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth | Campanilla amarilla | Ornamental, forrajera | Silvestre protegida |
| **Boraginaceae** | | | |
| *Heliotriopium angiospermum* Murray | Hierba del alacrán | Medicinal | Silvestre |
| **Brassicaceae** | | | |
| *Lepidium virginicum* L. | Lentejilla, mitchichi | Medicinal | Silvestre |
| **Bromeliaceae** | | | |
| *Tillandsia recurvata* L. | Pastle, Paxtle | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Tillandsia dasyliriifolia* Baker | Soluche | | |
| **Burseraceae** | | | |
| *Bursera aptera* Ramírez | Copalaque | Medicinal, resina, látex | Silvestre |
| *Bursera schlechtendalii* Engl. | Copalillo | Medicinal, resina, látex | Silvestre |
| **Cactaceae** | | | |
| *Ferocactus latispinus* (Haw.) Britton & Rose var. *spiralis* (Karw. ex Pfeiff.) N.P. Taylor | Biznaga de dulce | Ornamental, forrajera, comestible | Silvestre |
| *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose | Pitahaya | Medicinal, comestible | Cultivada |
| *Mammillaria carnea* Zucc. ex Pfeiffer | Biznaga | Medicinal, ornamental | Silvestre, protegida |

*Continúa cuadro 5.6*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| *Mammillaria sphacelata* C. Martius | Biznaga | Ornamental | Silvestre, protegida |
| *Opuntia decumbens* Salm-Dyck | Nopal de coyote | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Pachycereus marginatus* (DC.) Britton & Rose | Órgano, Malinche | Medicinal, forrajera, cercas vivas, combustible | Silvestre |
| *Peniocereus viperinus* (F.A.C. Weber) F. Buxb | Viborita | Ornamental, comestible | Silvestre |
| **Caesalpiniaceae** | | | |
| *Caeselpinia pulcherrima* (L.) Sw. | Bigote | Ornamental | Silvestre |
| *Conzattia multiflora* (Robinson) Standley | Palo blanco | Medicinal | Silvestre |
| *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pavón) Harms | Manteco, palo verde | Medicinal, cercas vivas, forrajera | Silvestre |
| **Convolvulaceae** | | | |
| *Ipomoea pauciflora* Mart. & Gal. | Cozahuate | Medicinal, ornamental, combustible tóxica | Silvestre |
| **Crassulaceae** | | | |
| *Echeveria gibbiflora* DC. | Siempreviva, orejona | Medicinal, ornamental | Silvestre, trasplantada |
| *Sedum allantoides* Rose | Lengua de conejo | Medicinal, ornamental | Silvestre, trasplantada |
| **Euphorbiaceae** | | | |
| *Acalypha hederacea* Torr. | Hierba del pastor | Medicinal | Silvestre |
| *Cnidoscolus tehuacanensis* Breckon | Mala mujer | Medicinal, comestible | Silvestre |
| *Croton ciliato-glandulifer* Ortega | Soleman, San Nicolás | Medicinal | Silvestre |
| *Euphorbia splendens* Boj. Ex Hook. | Corona de Jesús | Ornamental | Silvestre |
| *Jatropha dioica* Sessé | Sangre de grado | Medicinal, forrajera | Silvestre |
| *Pedilanthus cymbiferus* Schltdl. | Zapatito | Medicinal | Silvestre |
| *Ricinus communis* L. | Ricino | Medicinal | Silvestre |
| **Fabaceae** | | | |
| *Erythrina americana* Mill. | Colorín | Ornamental | Silvestre |
| **Hydrophyllaceae** | | | |
| *Wigandia urens* (Ruiz & Pavón) Kunth | Tabaco | Medicinal | Silvestre |
| **Lamiaceae** | | | |
| *Marrubium vulgare* L. | Marrubio de monte, Kathuchjeekunia | Medicinal | Silvestre, cultivada |
| *Salvia* sp. | Salve real | Medicinal | Silvestre |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.6*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| **Loranthaceae** | | | |
| *Phoradendron californicum* Nutt. | Solobarón | Medicinal | Silvestre |
| **Malvaceae** | | | |
| *Malva parviflora* L. | Malva | Medicinal, comestible | Silvestre |
| **Mimosaceae** | | | |
| Acacia farnesiana (L.) Willd. | Huizache | Medicinal, forrajera, combustible | Silvestre |
| Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbr. | Palo blanco | Medicinal, combustible | Silvestre |
| **Nolinaceae** | | | |
| *Beaucarnea gracilis* (L.) Lem. | Sotolin, pata de elefante | Ornamental | Silvestre, cultivada |
| **Orchidaceae** | | | |
| *Laelia albida* Bateman ex Lindley | Monjitas | Ornamental | Silvestre, trasplantada |
| **Papaveraceae** | | | |
| *Argemone mexicana* L. | Chicalote | Medicinal | Silvestre |
| **Phytolaccaceae** | | | |
| *Rivina humilis* L. | Hierba de la víbora | Medicinal | Silvestre |
| **Poaceae** | | | |
| *Arundo donax* L. | Carrizo | Medicinal, forrajera | Tolerada |
| **Polemoniacaeae** | | | |
| *Loeselia coerulea* G. Don | Espinosilla, katsjo morado | Medicinal | Silvestre |
| **Polygonaceae** | | | |
| *Rumex crispus* L. | Lengua de vaca | Medicinal | Silvestre |
| **Primulaceae** | | | |
| Anagallis arvensis L. | Hierba del espanto | Medicinal | Silvestre, tolerada |
| **Rhamnaceae** | | | |
| *Karwinskia humboldtiana* (Roemer & Schultes) Zucc. | Guayabito | Ornamental | Tolerada |
| *Zizyphus amole* (Sessé & Mociño) M.C. Johnston | Cholulo de monte | Medicinal | Silvestre |
| **Selaginellaceae** | | | |
| *Selaginella lepidophylla* Spring | Doradilla | Medicinal | Silvestre |
| **Solanaceae** | | | |
| *Datura inoxia* Miller | Tlapa | Medicinal | Silvestre |
| *Datura stramonium* L. | Belladona, tlapa | Medicinal | Silvestre |

*Continúa cuadro 5.6*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Manejo |
|---|---|---|---|
| *Margaranthus solanaceus* Schltdl. | Totomache | Medicinal | Silvestre |
| *Nicotiana glauca* Graham | Gigante, ntagigante, kandaxanttigani | Medicinal | Silvestre |
| *Solanum americanum* Miller | Hierba mora | Medicinal, comestible | Silvestre |
| *Solanum rostratum* Dunal | Diente de perro | Medicinal | Silvestre |
| *Solanum tridynamum* Dunal | Diente de burro | Medicinal | Silvestre |
| **Turneraceae** | | | |
| *Turnera diffusa* Willd. | Ítamo real | Medicinal | Silvestre |
| **Ulmaceae** | | | |
| *Celtis pallida* Torrey | Biscolote, hoja de parra | Medicinal, combustible | Silvestre |
| **Verbenaceae** | | | |
| *Lantana achyranthifolia* Desf. | Cinco negritos | Medicinal | Silvestre |
| *Lantana camara* L. | Orégano | Medicinal, comestible | Silvestre |
| *Lippia graveolens* Kunth | | Medicinal, forrajera, combustible, especia | Silvestre |
| **Zygophyllaceae** | | | |
| *Kallstroemia hirsutissima* Vail | Guizapoli | Medicinal | Silvestre |
| *Morkillia mexicana* (Mociño & Sessé) Rose & Painter | Flor de San Juan | Ornamental | Tolerada |

*Fuente: Paredes-Flores M., Lira R.S., Dávila P.A. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta Botánica Mexicana 79:13-61*

**Cuadro 5.7** Famílias y especies de plantas silvestres y plantas cultivadas en huertos en la localidad de San Rafael, Coxcatlán, dentro de Reserva de la Biósfera Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

| Familia/especie | Nombre común | origen |
|---|---|---|
| **Acanthaceae** | | |
| *Gypsacanthus nelsonii* E. J. Lott, V. Jaram. & Rzed. | Hierba de la tiricia | Silvestre |
| **Agavaceae** | | |
| Agave stricta Salm-Dyck | Magueicillo | Silvestre |
| **Amaryllidaceae** | | |
| *Aloe vera* (L.) Burm. f. | Sábila | Huerto |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.7*

| Familia/especie | Nombre común | origen |
|---|---|---|
| **Anacardiaceae** | | |
| *Schinus molle* L. | Coabino o pirul | Huerto |
| *Cyrtocarpa procera* Kunth | Chupandilla | Silvestre |
| **Asteraceae** | | |
| *Flaveria trinervia* (Spreng.) C. Mohr | Hierba del Sapo | Silvestre |
| *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less. | Popote | Silvestre |
| *Montanoa tomentosa* Cerv. | Acahuite | Silvestre |
| *Verbesina crocata* (Cav.) Less. | Árnica | Huerto |
| *Viguiera dentata* (Cav.) Sprengel | Chimalacate | Silvestre |
| **Bombacaceae** | | |
| *Ceiba parvifolia* Rose | Pochote | Silvestre |
| **Burseraceae** | | |
| *Bursera arida* (Rose) Standley | Aceitillo | Silvestre |
| **Cactaceae** | | |
| *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose | Pitahaya | Huerto |
| *Ferocactus latispinus* (Haw.) Britton & Rose | Biznaga | Silvestre |
| *Opuntia* sp. | Nopal | Huerto |
| **Chenopodiaceae** | | |
| *Chenopodium murale* L. | Chaguaquelite | Silvestre |
| **Cyperaceae** | | |
| *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl. | Piomía | Silvestre |
| **Euphorbiaceae** | | |
| *Acalypha hederacea* Torr. | Hierba del pastor | Silvestre |
| *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh | Chaya | Huerto |
| *Jatropha neopauciflora* Pax | Sangre de grado | Silvestre |
| *Ricinus communis* L. | Higuerilla | Silvestre |
| **Julianiaceae** | | |
| *Juliania adstringens* (Schldl.) Schldl. | Cuachalala | Silvestre |
| **Lamiaceae** | | |
| *Mentha x piperita* L. | Hierbabuena | Huerto |
| *Ocimum basilicum* L. | Albahaca | Huerto |

*Continúa cuadro 5.7*

| Familia/especie | Nombre común | origen |
|---|---|---|
| **Mimosaceae** | | |
| *Mimosa luisana* Brandegee | Uña de gato | Silvestre |
| *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston | Mezquite | Huerto |
| **Nyctaginaceae** | | |
| *Bougainvillea spectabilis* Willd. | Bugambilia | Huerto |
| **Papaveraceae** | | |
| *Argemone mexicana* L. | Chicalote | Silvestre |
| **Piperaceae** | | |
| *Piper auritum* Kunth | Hoja santa | Huerto |
| **Rutaceae** | | |
| *Ruta chalepensis* L. | Ruda | Huerto |
| **Selaginellaceae** | | |
| *Selaginella lepidophylla* (Hook. & Grev.) Spring | Siempre viva o doradilla | Silvestre |
| **Simaroubaceae** | | |
| *Castela tortuosa* Liebm. | Venenillo | Silvestre |
| **Verbenaceae** | | |
| *Lippia graveolens* Kunth | Orégano | Silvestre |

*Fuente: Canales M., M., T.D. Hernández, J.N. Caballero, A.R. de Vivar, A.D. Durán y R.S. Lira. 2006. Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. Acta Botánica Mexicana 75:21-43*

**Cuadro 5.8** Familias y especies nativas con uso ornamental y/o medicinal de la Sierra Norte de Puebla

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Origen |
|---|---|---|---|
| **Acanthaceae** | | | |
| *Justicia spicigera* Schltdl | Muitle | Medicinal | Introducida |
| *Odontinema calystachieum* (Schltdl. et cham) O. Kuntze | Muitle morado | Medicinal, ornamental | Nativa |
| **Agavacea** | | | |
| *Yucca aloifolia* L. | Izote | Medicinal, cerca viva | Nativa |
| **Anacardiacea** | | | |
| *Spondias purpurea* L. | Ciruela | Medicinal, alimenticia, cerca viva | Nativa |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.8*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Origen |
|---|---|---|---|
| **Apocynaceae** | | | |
| *Plumeria rubra* L. | Cacaloxochil, flor de mayo | Medicinal, ceremonial | Nativa |
| *Stemmadenia donell-smitii* (Rose) Woodson | Cojón de gato, cojón de toro | Medicinal | Nativa |
| **Araceae** | | | |
| *Monstera deliciosa* Liebm | Piñanona | Ornamental, bebidas | Nativa |
| *Xanthosoma robustum* Schott | Mafafa | Medicinal, alimentícia | Nativa |
| *Xanthosoma violaceum* Schott | Mafafa morada | Ornamental, alimentícia | Nativa |
| **Araliaceae** | | | |
| *Oreopanax xalapensis* (Kunt) Decne et. Planch | Palo de agua | Medicinal | Nativa |
| **Arecaceae** | | | |
| *Arecastrum romanzoffianum* (Cham.) Bechari | Coyul | Ornamental, alimenticia | Introducida |
| *Chamaedorea oblongata* Mart | Tepejilote | Ornamental, ceremonial, medicinal | Nativa |
| *Chamaedorea tepejilote* Liebm | Tepejilote | Medicinal, ceremonial | Nativa |
| **Asteraceae** | | | |
| *Ageratum* sp. | | Medicinal | Nativa |
| *Eupatorium macrophyllum* L. | Hoja santa | Medicinal, cerca viva | Nativa |
| *Eupatorium morifolium* Mill. | Hoja santa | Medicinal, cerca viva | Nativa |
| *Mikania micrantha* (Kunth) | Guaco | Medicinal | Nativa |
| *Montonoa grandifolia* DC. Sclultz-Bip | Cuernavaca | Ornamenal | Nativa |
| *Verbesina persicifolia* DC. | Huichin | Medicinal | Nativa |
| **Bombacaceae** | | | |
| *Pseudobombax ellipticum* Dugand | Xiloxochitl | Ornamental, cerca viva | Nativa |
| **Brassicaceae** | | | |
| *Lepidium virginicum* L. | Lentejilla | Medicinal | Introducida |
| **Burseraceae** | | | |
| *Bursera simaruba* (L.) Sarg, | Chaca | Medicinal, ceremonial, cerca viva | Nativa |
| **Cactaceae** | | | |
| *Rhipsalis bassifera* (Soland ex J. Mill.) Stearn | Mazonquira, nigüilla | Medicinal, alimenticia | Nativa |

*Continúa cuadro 5.8*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Origen |
|---|---|---|---|
| **Caprifoliacea** | | | |
| *Sambucus mexicana* Presl | Sauco | Medicinal, ceremonial | Nativa |
| **Commelinaceae** | | | |
| *Commelina diffusa* Burm. f. | Matalín morado | Medicinal | Nativa |
| *Commelina erecta* L. | Hierba del pollo | Medicinal | Nativa |
| *Tradescantia pallida* (Rose) D. Hunt | | Ornamental | Nativa |
| *Tradescantia spathacea* Swartz | Hierba del gallo, barquilla | Ornamental, medicinal | Nativa |
| *Tradescantia zebrina* Hort. ex Loud | Matalín, matalín morado | Ornamental | Nativa |
| **Costaceae** | | | |
| *Costus pulverulentus* C. Presl. | Caña de venado | Medicinal | Nativa |
| *Costus spicatus* (Jacq) Swartz | Caña de jabalí | Medicinal | Nativa |
| **Dioscoreaceae** | | | |
| *Dioscorea floribunda* Martens et Galeotti | Barbasco amarillo | Medicinal | Nativa |
| **Equisetaceae** | | | |
| *Equisetum fluviatile* L. | Cola de caballo | Medicinal | Nativa |
| *Equisetum hyemale* L. | Cola de caballo | Medicinal | Nativa |
| **Fabaceae** | | | |
| *Bauhinia divaricata* L. | Pata de vaca | Medicinal | Nativa |
| *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz | Conchaigra, cabello de ángel | Ornamental | Nativa |
| *Eysenhardtia polystachia* (Ort.) Sarg. | Chiquiliche | Medicinal | Nativa |
| *Senna septemtrionalis* (Viv.) H. Irvin et Barneby | Candelilla | Medicinal | Nativa |
| **Gesneriaceae** | | | |
| *Columnea schiedana* Schltdl. | Mazorquita | Medicinal | Nativa |
| *Kohleria depeanna* Fritsch. | Tochomite | Medicinal | Nativa |
| **Lamiaceae** | | | |
| *Ocimum carnosum* Link et Otto | Teposhijiac | Medicinal | Nativa |
| *Ocimun micranthum* Willd. | Albahaca | Medicinal | Nativa |
| *Ocimum selowii* Benth. | Hierba del hierro | Medicinal | Nativa |
| *Salvia microphylla* Kunt. | Mirto | Medicinal | Nativa |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.8*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Origen |
|---|---|---|---|
| **Liliaceae** | | | |
| *Aloe vera* (L.) Burm. f. | Sábila | Medicinal | Introducida |
| **Loranthaceae** | | | |
| *Struthanthus desinflorus* (Benth.) Standl. | Secapalo | Medicinal | Nativa |
| **Lycopodiaceae** | | | |
| *Lycopodium cernuum* L. | Risco | Ornamental | Nativa |
| **Lytraceae** | | | |
| *Cuphea ferrisiae* SD. Graham. | Hierba del cáncer | Medicinal | Nativa |
| *Cuphea micropetala* Kunth. | Achanclán | Medicinal, ornamental | Nativa |
| *Heimia salicifolia* (HBK.) Link | Xonecuili | Medicinal | Nativa |
| **Magnoliaceae** | | | |
| *Talauma mexicana* (D.C.) G. Don | Yoloxochitl | Medicinal, ceremonial | Nativa |
| **Malvaceae** | | | |
| *Hampea nutricia* Fryxell | Nacahuita | Medicinal | Nativa |
| *Malvaviscus arboreus* Cav. | Manzanita | Medicinal | Nativa |
| **Moraceae** | | | |
| *Dorstenia contrajerva* L. | Mano de león | Medicinal | Nativa |
| **Nyctaginaceae** | | | |
| *Myrabilis xalapa* L. | Maravilla | Ornamental | Nativa |
| **Onagraceae** | | | |
| *Oenotherea rosea* L Hér. Ex Ait | Platanillo | Medicinal | Nativa |
| **Orchidaceae** | | | |
| *Oncidium* sp. | Flor de mayo | Ornamental | Nativa |
| *Vanilla planifolia* Andr. | Vainilla | Ornamental, saborizante, medicinal | Nativa |
| **Papaveraceae** | | | |
| *Bocconia frutescens* L. | Gordolobo | Medicinal | Nativa |
| **Passifloracea** | | | |
| *Passiflora coriacea* Juss. | Ala de murciélago | Medicinal | Nativa |
| **Phytolaccaceae** | | | |
| *Rivina ubilis* L | Bajatripa | Medicinal | Nativa |
| **Pinaceae** | | | |
| *Pinus patula* Schltdl. El Cham | Ocote | Medicinal, construcción | Nativa |

*Continúa cuadro 5.8*

| Familia/especie | Nombre común | Uso | Origen |
|---|---|---|---|
| **Piperaceae** | | | |
| *Piper auritum* Kunt | Ornequelite | Medicinal | Nativa |
| *Piper melastomoides* Schltdl et Cham | Cordoncillo negro | Medicinal | Nativa |
| *Piper sanctum* (Miq) Schltdl | Acoyo, cordoncillo | Medicinal | Nativa |
| *Potomorphe unbellata* (L) Miq | Cordoncillo grande | Medicinal | Nativa |
| **Polypodiaceae** | | | |
| *Adiantrun princeps* T Moore | Culantrillo | Medicinal | Nativa |
| *Campyloneurum phyllitidis* (L.) Presl | Lengua de siervo | Medicinal | Nativa |
| *Micrograma nítida* (J. Smith) A.R. Smith | Lengua de siervo | Medicinal | Nativa |
| *Polypodium* sp. | Calaguala | Medicinal | Nativa |
| *Polypodium polypodioides* (L.) Watt. | Siempreviva | Medicinal | Nativa |
| **Rubiaceae** | | | |
| *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schltdl | Trompetilla | Medicinal | Nativa |
| *Crusea diversifolia* (Kunth) Anderson | Hierba de La garrapata | | |
| **Salicaceae** | | | |
| *Salix taxifolia* Kunth | Palo tres costillas | Medicinal | Nativa |
| **Sapindaceae** | | | |
| *Serjania racemosa* Schumacher | Palo tres costillas | Medicinal | Nativa |
| **Solanaceae** | | | |
| *Nicotiana tabacum* L. | Tabaco | Medicinal | Nativa |
| *Solanum erianthum* (L.) G. Don | Malabar | Medicinal | Nativa |
| *Solanum wendlandii* Hook f. | Cachanil | Medicinal | Nativa |
| *Whiteringia salanacea* L´ Hér | Hierbamora cimarrona | Medicinal | Nativa |
| **Urticaceae** | | | |
| *Urtica chamaedryoides* Pursh | Chichicastle | Medicinal | Nativa |
| **Verbenaceae** | | | |
| *Lantana camara* L. | Orozus, ojo de pescado | Medicinal | Nativa |
| *Lippia dulcis* Trev. | Hierbadulce | Medicinal | Nativa |
| *Verbena litoralis* Kunth. | Verbena | Medicnal | Nativa |
| **Viscaceae** | | | |
| *Phoradendrum nervosum* Oliver | Injerto | Medicinal | Nativa |

*Fuente: Martínez M., A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78:15-40*

**Cuadro 5.9** Principales municipios productores de plantas medicinales del estado de Puebla.

| Especie | Nombre común | Procedencia | Municipios |
|---|---|---|---|
| *Ocinum basilicum* | Albahaca | Traspatios, huertos familiares | Tepexi de Rodríguez<br>Tehuitzingo<br>Acatlán<br>Tepeyahualco<br>Oriental<br>Tepeaca<br>Izúcar de Matamoros<br>Chietla |
| *Arnica montana* L. | Árnica | Silvestre, traspatios, huertos familiares | Tlachichuca<br>Libres<br>Chalchicomula de Sesma<br>San Salvador el Seco<br>Ahuazotepec<br>Guadalupe Victoria<br>San Nicolás Buenos Aires<br>Aljojuca<br>Zaragoza<br>Oriental |
| *Costus spicatus* | Caña de jabalí | Traspatios, huertos familiares | Francisco Z. Mena<br>Pantepec<br>Venustiano Carranza<br>Tlacuilotepec<br>Tlaxco<br>Jalpan<br>Xicotepec<br>Zihuateutla |
| *Equisetum byemale* L. | Cola de caballo | | Xicotepec<br>Jalpan<br>Zihuateutla<br>Juan C. Bonilla<br>Tlatlauquitepec<br>Aljojuca<br>San Salvador el Verde<br>Santa Rita Tlahuapan<br>Cuetzalan<br>Puebla |
| *Amphiptherygium adstringens,* Schiede ex Schlecht | Cuachalalate | Silvestre | Tehuitzingo<br>Cohetzala<br>Teotlalco<br>Chiautla de Tapia<br>Ixcamilpa de Guerrero<br>Cohuecan<br>Tepexco<br>Tilapa<br>Huaquechula<br>Izúcar de Matamoros |

*Continúa cuadro 5.9*

| Especie | Nombre común | Procedencia | Municipios |
|---|---|---|---|
| *Turnera diffusa* | Damiana | Silvestre | Teziutlán<br>Puebla<br>Atempan<br>Chinantla<br>Acatlán de Osorio<br>San Pablo Anicano<br>Izúcar de Matamoros<br>Chila de las Flores<br>Huehuetlán el Grande<br>Albino Zertuche |
| *Ceterach officinarum* | Doradilla | Silvestre | Petlalcingo<br>Axutla<br>Izúcar de Matamoros<br>Chiautla de Tapia<br>Tilapa<br>Huehuetlán el Chico<br>Puebla<br>Teopantlán<br>Tehuitzingo<br>Chietla |
| *Sida rhombifolia* L. | Hierba del perro | Silvestre, traspatios, huertos familiares | Puebla<br>Huehuetlán el Grande<br>Teopantlán<br>Atlixco |
| *Matricaria recutita* | Manzanilla | | San Miguel Xoxtla<br>Vicente Guerrero<br>Los Reyes de Juárez<br>Cuapiaxtla de Madero<br>Atzitzintla<br>Chalchicomula de Sesma<br>Tlachichuca<br>San Juan Atenco<br>San Salvador el Seco<br>San Nicolás Buenos Aires |
| *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers | Mata rata | Silvestre, huertos familiares | Tehuitzingo<br>Chiautla de Tapia<br>Izúcar de Matamoros<br>Huehuetlán el Chico<br>Xicotlán<br>Jolalpan<br>Tulcingo<br>Atlixco<br>Piaxtla<br>Axutla |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 5.9*

| Especie | Nombre común | Procedencia | Municipios |
|---|---|---|---|
| *Origanum majorana* L. | Mejorana | Traspatios, huertos familiares | Teziutlán<br>Hueyapan<br>Hueytamalco<br>Zacapoaxtla<br>Cuetzalan<br>Xiutetelco<br>Yaonahuac<br>Atempan<br>Tlatlauquitepec<br>Atempan |
| *Justicia spicigera* Schult | Muicle | Silvestre, traspatios, huertos familiares | Puebla<br>Acatlán<br>Izúcar de Matamoros<br>Chinantla<br>Tecomatlán<br>Tehuitzingo<br>Zacapala<br>Piaxtla<br>Tulcingo<br>Chapulco |
| *Hypericum perforatum* | Pericón | Silvestre, traspatios, huertos familiares | San Salvador el Verde<br>Tepexi de Rodríguez<br>Juan N. Méndez<br>Molcaxac<br>Acteopan<br>Atexcal<br>Zacapala<br>Zautla<br>Puebla<br>Tecali de Herrera |
| *Rosmarinus officinalis* L. | Romero | Huertos familiares | Palmar de Bravo<br>Tehuacán<br>Caltepec<br>Coronango<br>San Salvador el Verde<br>Zapotitlán Salinas<br>San Martín Texmelucan<br>San Miguel Xoxtla<br>Zautla<br>Francisco Z. Mena |
| *Ruta graveolens* L. | Ruda | | Chalchicomula de Sesma<br>Tlachichuca<br>Guadalupe Victoria<br>Tianguismanalco<br>Atlixco<br>San Pedro Cholula<br>Tehuacán<br>Zacapoaxtla<br>Tetela de Ocampo |

*Continúa cuadro 5.9*

| Especie | Nombre común | Procedencia | Municipios |
|---|---|---|---|
| *Sambucus nigra* | Sauco | | Chietla<br>Izúcar de Matamoros<br>Xicotepec<br>Francisco Z. Mena<br>Huitziltepec<br>Amozoc<br>Nopalucan<br>General Felipe Ángeles<br>Atoyatempan<br>Acatzingo<br>Tepeaca<br>Chalchicomula de Sesma |
| *Camelia Sinensis* | Té negro | Traspatios, huertos familiares | Atlixco<br>Huaquechula<br>Tehuitzingo<br>Acatlán |
| *Cymbopogon citratus* | Zacate limón | Traspatios, huertos familiares | Teziutlán<br>Hueyapan<br>Yaonahuac<br>Hueytamalco<br>Atempan<br>Teteles de Ávila Castillo<br>San José Acateno<br>Tenampulco<br>Xiutetelco<br>Cuetzalan |

*Fuente: SDR. 2007f. Cadena productiva de plantas medicinales. In: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 695-729*

## Aromáticas y condimentos

Puebla posee una gran variedad de especies vegetales aromáticas y condimentos; algunas de ellas son recolectadas y otras cultivadas, aunque muchas veces su cultivo se reduce a pequeñas áreas o en los huertos familiares de las zonas rurales y urbanas, encontrándose en estos sitios una gran riqueza genética. En el Cuadro 5.10 se concentra información de estas especies y las regiones geográficas donde se distribuyen, como la Sierra Norte (Martínez *et al*. 2007), la Sierra Nororiental, la Mixteca Poblana y la región de Tehuacán (SDR 2007e; Paredes *et al*. 2007), aunque es importante hacer notar que algunas de ellas están ampliamente distribuidas en el territorio poblano (Figura 5.8).

## Ornamentales

A nivel mundial, las cactáceas están constituidas por 52 géneros y 850 especies, de las cuales el 35 % de los géneros y el 84 % de las especies son endémicas de México. Del total de las cactáceas que existen en México, casi el 35 % se encuentra en riesgo (Hernández y Godínez 1994). La reserva de la biósfera de Tehuacán-Cuicatlán es una de las zonas con mayor diversidad de cactáceas en el país, con más de 600 especies, de las cuales el 30 % son endémicas; algunas de ellas se utilizan como plantas ornamentales como los viejitos (*Cephalocereus columna-trajani*).

Especies de otras familias que prosperan en el Estado y que muestran una amplia diversidad, también son aprovechadas, como los ocotillos (*Fouquieria*),

**Figura 5.8** Puebla conserva una gran diversidad de especies de recolección como el pápalo (*Porophyllum* spp.), utilizado como condimento (Foto: Pedro Antonio López).

**Figura 5.9** La pitahaya es aprovechada como fruto de recolección o cultivada en traspatio, con un alto potencial para su cultivo (Foto: Pedro Antonio López).

las cícadas, los magueyes y una especie endémica: el sotolín o pata de elefante (*Beaucarnea recurvada y B. gracilis*), que de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 se encuentra amenazada, por lo que requiere protección especial. Existen otras especies importantes como el órgano cardón (*Pachycerus marginatus*), la jiotilla (*Escontria chiotilla*), la pitahaya (*Hylocereus undatus*) (Figura 5.9), entre otras. Estas especies crecen de forma silvestre o cultivada en traspatios y huertos familiares de 43 municipios del Estado, entre los que destacan Tehuitzingo, Acatlán de Osorio, Caltepec, Totoltepec de Guerrero, Xayacatlán de Bravo y Zapotitlán Salinas (SDR 2007g).

## Otras

### Lupino (*Lupinus* spp.)

Las especies de este género se encuentran en estado silvestre en la región central de México, principalmente en la intersección del Eje Neovolcánico Transversal con la Sierra Madre Occidental (Ruiz y Sotelo 2000). Entre las especies reportadas para el estado de Puebla por Rzedowski (1979) se encuentran *Lupinus aschenbornii* Schauer, *Lupinus campestris* Cham. & Schel. (syn. *L. pulchellus* Sweet), *Lupinus exaltatus* Zucc. (syn. *L. grandis* Rose) y *Lupinus montanus* H.B.K. (syn. *L. vaginatus* Cham. & Schl.: *L. grabrior* Rose). Se localizan en su mayoría a partir de 2 800 msnm, asociadas con bosques de *Abies religiosa, Pinus hartwegii, Pinus montezumae, Pinus pseudostrobus, Juniperus monticola, Bromus anomalus, Bromus exaltatus* y *Senecio* spp. (Boyas 1993).

En el Parque Nacional Pico de Orizaba, *Lupinus montanus* es una de las especies dominantes del estrato herbáceo junto con *Agrostis tolucensis* y *Mulhenbergia* sp. (Vargas 1984). Las especies de este género en el Estado son herbáceas anuales, bianuales o perennes de vida corta, con un alto contenido de alcaloides, además de ser una planta fijadora de nitrógeno. Este género tiene potencial como planta forrajera o para el complemento en dietas para el ganado, previa eliminación de alcaloides.

### Guaje (*Leucaena* spp.)

Es una leguminosa perenne de la que se distinguen dos tipos, guaje verde y guaje rojo, por el color de su vaina. El primero es de más amplia adaptación ya que se le localiza en las Sierras Norte y Nororiental y en la Mixteca Baja y en el Valle de Tehuacán, mientras que el guaje rojo crece únicamente en la

Mixteca Baja y en el Valle de Tehuacán (SDR 2007a). Es una especie de importancia regional y también se le atribuye propiedades medicinales.

## ESPECIES FORESTALES

*Carlos Ramírez Herrera, Luis Villarreal Ruiz.*

La alta biodiversidad es una característica de los bosques en el estado de Puebla (Rzedowski 1986; Perry 1991) y los altos niveles de diversidad genética son fundamentales para la adaptación de las especies a cambios ambientales drásticos (Hamrick 1983). Sin embargo, existe poca información disponible sobre los niveles de diversidad genética en las especies arbóreas en el estado, a pesar de su importancia ecológica y económica.

### Especies maderables

**Coníferas**

Forman masas arbóreas puras o en asociación con especies de los géneros *Quercus* y *Alnus* en gran parte del área montañosa del estado de Puebla. De las 54 especies del género *Pinus* reportadas en México, 17 crecen en el Estado (Perry 1991), siendo comunes los bosques dominados por *Pinus patula* en el norte. En los bosques localizados en las regiones montañosas del Popocatepetl, Ixtaccihuatl, Pico de Orizaba y La Malinche crecen *Pinus hartwegii*, *P. rudis* (Figura 5.10), *P. montezumae, P. pseudostrobus, P. oaxacana, P. ayacahuite, P. leiophylla y Abies religiosa* entre otras. *Pseudotsuga menziesii* es una especie que se distribuye desde British Columbia en Canadá hasta la parte central del estado de Oaxaca; en Puebla se localiza en una población en el ejido Cuauhtémoc, municipio de Guadalupe Victoria, en las faldas orientales del Pico de Orizaba.

En la actualidad, la semilla de *P. menziesii* es altamente valorada en México para la producción de plántulas para el establecimiento de plantaciones para árboles de navidad. Sin embargo, *P. menziesii* crece en poblaciones muy reducidas y fragmentadas que están en riesgo de desaparecer en el centro de México.

**Figura 5.10** Bosque de *Pinus rudis* Endl. en el Parque Nacional Pico de Orizaba, en el estado de Puebla (Foto: Carlos Ramírez Herrera).

En el límite norte del Valle de Serdán se localiza una comunidad vegetal del matorral xerófilo dominada principalmente por *Yucca filifera* y *Juniperus* spp. La madera de los árboles del género *Juniperus* tiene un aroma agradable, que se mantiene por muchos años. Además, esta madera es muy densa y en algunas regiones de México es utilizada para la elaboración de muebles. En el Valle de Serdán-Libres los árboles del género *Juniperus* se pueden encontrar dispersos en los campos agrícolas, por lo que las poblaciones de este género se encuentran amenazadas en esa región.

**Latifoliadas**

Los bosques tropicales son ecosistemas con los más altos niveles de biodiversidad. El bosque tropical perennifolio y bosque tropical caducifolio se localizan en las regiones norte y sur del estado de Puebla, respectivamente. En el bosque tropical perennifolio crecen especies latifoliadas de alto valor comercial como *Cedrela odorata, Swietenia macrophylla* y *Brosimum alicastrum*, que han estado sometidas a una sobreexplotación debido al valor de su madera (Rzedowski 1986). En el bosque tropical caducifolio abundan especies del género *Bursera* (Becerra y Lawrence 1999), además de muchas otras especies con un alto valor ecológico y económico, entre las que destaca *Swietenia humilis*, por su madera de alta calidad para la construcción de muebles.

El bosque mesófilo de montaña es otro ecosistema biodiverso que se localiza en el norte de Puebla y se caracteriza por la presencia de *Liquidambar styraciflua* asociado con especies de los géneros *Quercus, Pinus, Platanus, Magnolia, Fraxinus* y *Juglans* (Rzedowski 1986) y es considerado como uno de los ecosistemas más perturbados de México, debido al cambio del uso del suelo por la siembra de cultivos agrícolas y cafetales.

### No maderables

En el bosque tropical caducifolio de la cuenca del Río Balsas se identificaron 108 especies arbóreas entre las que se cuentan 15 especies de *Bursera* y cinco de *Acacia* (Guizar-Nolazco y Sánchez-Vélez 1991). En este bosque crecen especies de plantas de las que se puede extraer importantes compuestos útiles en la industria farmacéutica; Noguera *et al.* (2004) y Carretero *et al*. (2008) reportan un compuesto extraído de las hojas de *Bursera simaruba*, que puede ser utilizado para la elaboración de compuestos anti-inflamatorios. La resina de *B. copallifera* es aprovechada y los extractos del tallo y hojas de *B. copallifera* y *Prosopis laevigata* han mostrado una considerable efectividad en el control de *Haemonchus contortus*, un parásito que ataca al ganado ovino (López-Aroche *et al.* 2008). La esencia de lináloe es extraída de la madera de *Bursera* sp, este aceite es utilizado en la industria del perfume. El cacahuananche (*Gliricidia sepium*) es una especie fijadora de nitrógeno y utilizada como cerco vivo y forraje en el área tropical del estado de Puebla y otras regiones de México.

En el caso de las especies del matorral espinoso del Valle de Tehuacán, sobresalen las del género *Acacia* spp. que crecen con especies de mezquite (*Prosopis* spp.). En esta región están mezclados individuos de cactos columnares (*Cephalocereus hoppenstedtii*) con individuos de nopales (*Opuntia* spp.), Agaves (*Agave* spp.) y Acacias (*Acacia* spp.), constituyendo una comunidad vegetal única en México (Figura 5.11).

La recolección de semilla de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* y su venta como "piñón" representa una fuente adicional de ingresos para las comunidades rurales donde crece esta especie. Además, en los últimos años, las semillas de árboles forestales tienen una gran demanda para la producción de plantas necesarias para la repoblación asistida, en la recuperación de áreas degradadas.

## ESPECIES ANIMALES

*Samuel Vargas López*

Las especies animales que son utilizadas en el estado son los bovinos (777 095 cabezas), porcinos (2 045 177 cabezas), ovinos (504 660 animales), equinos (293 285 cabezas), gallinas (52 004 001 cabezas), guajolotes (602 566 cabezas) (INEGI 2007) y la fauna silvestre. La cría de estas especies se realiza en dos sistemas de producción: 1) las explotaciones comerciales (intensivas) y 2) en la

**Figura 5.11** Matorral xerofito en la reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Foto: Carlos Ramírez Herrera).

ganadería familiar, en tanto que la fauna silvestre es aprovechada por la mayoría de las comunidades rurales sin planes de manejo o conservación.

## Bovinos

Los bovinos existentes en el estado proceden del *Bos taurus* (vacas lecheras y criollas) y del *Bos indicus* (Cebú), ambas especies introducidas al país. El ancestro de los bovinos criollos es el *Bos taurus primigenius*; en la actualidad la región Mixteca es un ejemplo del mosaico étnico, donde la similitud y divergencias entre los bovinos criollos son visibles. En el siglo pasado se importaron las vacas lecheras *Holstein frisian* (Sánchez 1984), con gran desarrollo del sistema mamario y morfotipo externo de especialidad productiva, distribuidas ampliamente en las regiones de Libres, Tecamachalco, Cholula y Tehuacán. Otro tipo de bovinos son los toros de lidia, que conservan las características de poca alzada, pelo rizado y capa predominantemente castaña; su origen se atribuye a bovinos procedentes de España (Laguna 1991).

## Equinos

Los equinos son la principal fuerza animal utilizada para el acarreo de productos y la tracción (Figura 5.12). En la región de Tecamachalco, los equinos presentes son los caballos (91 %), seguido de los asnos (8 %) y las mulas (1 %) (Rubio *et al*. 2004). Los estudios etnológicos describen a los caballos como de tamaño medio, en talla y longitud del cuerpo (Barrera *et al*. 2005).

## Ovinos

Los ovinos (*Ovis aries*) son descendientes de los tipos genéticos merino, lacha y churra (Laguna 1991) y de las razas introducidas en el siglo pasado (Figura 5.13). Vargas *et al*. (2004) registraron variación de razas en una muestra estudiada: cruzas con varias razas (47.8 %), el tipo genético local de lana (20.6 %) y el borrego pelibuey (31.6 %); en tanto que Chavarría (1992) señala la presencia de los ovinos criollos (30.1 %), Rambouillet (29.2 %) y Suffolk (40.7 %), en la Cordillera del Tentzo. Hernández *et al*. (2006) señalan que en el

**Figura 5.12** En el Valle de Puebla, las mulas de tiro siguen siendo un componente importante del sistema de producción tradicional (Foto: Pedro Antonio López).

municipio de Cuyoaco predomina el tipo genético Criollo x Suffolk, siendo mayor el peso en los machos (Chavarría 1992). La elaboración de barbacoa es el principal producto al que se destinan los ovinos, con un rendimiento en canal de 53.2 % y de barbacoa de 76.7 % (Reséndiz *et al*. 2006).

## Caprinos

Las cabras descienden de la forma antigua *Capra aegagrus* que dio origen a los tipos Alpino y Prisca (Sánchez 1999). El tipo Alpino se observa en algunas cabras criollas de la Mixteca y en la mayoría de las cabras de tipo lechero del Altiplano de Puebla; son de perfil cóncavo o subconvexo, cuernos en arco y decoloración o intensificación de las bandas laterales de la cara. Al tipo Prisca pertenece la mayoría de los caprinos de la Mixteca (raza Pastoreña), son de perfil recto y cuernos en tirabuzón rectos hacia atrás. El rendimiento en canal es mayor en los machos (47.5 %), que en las hembras (46.8 %) (Romero *et al*. 2006). Para la región de la Sierra Negra, Fernández *et al*. (2005) encontró que las poblaciones de cabras locales son de talla pequeña, con 22.5 kg de peso a la edad de 32 meses. Con base al peso vivo y la altura a la cruz, las cabras de las Mixteca y de la Sierra Negra son de tamaño medio, que es el tipo de cabras que se adapta a los ambientes semiáridos (Hernández *et al*. 2005; Fernández *et al*. 2005; Vargas *et al*. 2007).

## Porcinos

Vargas *et al*. (2007) encontraron animales de línea comercial (46.7 %), cruzas de cerdo blanco con cerdos locales (criollos) (27.8 %) y cerdos criollos (25.6 %), en una muestra de cerdos en traspatio. Los cerdos criollos se describen como animales de trompa larga, perfil subcóncavo, orejas de tamaño

medio, patas finas, dorso ligeramente arqueado, pelo grueso lacio u ondulado de color negro o moteado en amarillo, aunque también existen animales rojos o grises. Los cerdos cuinos tienen la trompa pequeña, corta, orejas proporcionadas y erectas, patas finas y pequeñas y pelo no muy abundante y rizado; el color más frecuente es el negro, pero los hay rojos o pintos; alcanzan un peso máximo de 40-45 kg y son de baja prolificidad.

## Aves

Comúnmente se reconocen dos sistemas de producción de aves: el intensivo, que son explotaciones comerciales con gallinas de línea para la producción de huevo y el pollo de engorda y la producción de aves en traspatio. Lázaro (2008) señala que la parvada en una comunidad de Tecali de Herrera está compuesta por guajolotes, patos, gansos, pollo de engorda, gallinas de postura de línea, gallina criolla y gallos de pelea. El tipo genético criollo de las aves lo maneja el 97 % de las familias campesinas; dentro de este tipo están los gallos de combate (Jaramillo *et al*. 2005). Para el caso de los pavos, Hernández *et al*. (2005), señalan que las familias tienen en promedio 18 pavos de tipo criollo y sus colores predominantes son el negro, blanco y café.

## Fauna silvestre

El uso de la fauna silvestre en sistemas diversificados está siendo valorado en el estado de Puebla (Guadarrama 2008). Para su aprovechamiento se están implementando las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs), con el propósito de crear incentivos económicos a través del manejo de los recursos, facilitando la integración de programas de manejo de

**Figura 5.13** Existe una alta diversidad genética en las poblaciones de ovinos en el estado de Puebla, los cuales representan una importante fuente de ingreso para las familias campesinas en el estado de Puebla (Foto: Pedro Antonio López).

la vida silvestre a esquemas ganaderos, forestales y agrícolas (Valdez *et al*., 2006; Guadarrama 2008). Dentro de las especies de fauna silvestre que se manejan en las UMAs, principalmente en la región Mixteca, están la iguana (*Ctenosaura pectinata*), la paloma (*Zenaida asiatica*), la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), la codorniz (*Philortyx fasciatus*) y el conejo (*Sylvilagus cunicularius*). El venado cola blanca es una especie de importancia que también es manejada en las UMAs, destacando la subespecie o raza geográfica llamada venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en la Mixteca Poblana; el venado cola blanca de Veracruz (*O. virginianus veraecrusis*) se localiza en la Sierra Nororiental de Puebla, mientras que el venado cola blanca de bosque lluvioso (*O. virginianus toltecus*) se ubica en la Sierra Negra (Villarreal 2006).

La mayoría de las poblaciones de animales domésticos existentes en México fueron introducidas, a excepción del guajolote y las especies de fauna silvestre aún existentes; sin embargo, por el proceso de selección seguido por los productores se han formado razas que son reconocidas por la FAO, algunas de las cuales existen en Puebla, como son el caprino mosaico mixteco (la cabra blanca pastoreña era la más común), el cerdo cuino (en peligro de extinción) y el cerdo pelón, la gallina cuello desnudo y la criolla, el toro de lidia y los bovinos criollos. Actualmente la mayoría de las razas locales y en general los animales criollos que forman la ganadería están siendo seriamente amenazadas por la falta de planes de aprovechamiento, mejoramiento y conservación.

## DIVERSIDAD MICROBIANA: SU ESTUDIO Y APROVECHAMIENTO ACTUAL Y POTENCIAL

*Luis Villarreal Ruiz*

La diversidad organísmica, genética y funcional de los microorganismos les permite ocupar diversos nichos ecológicos en prácticamente todos los ecosistemas naturales y transformados, terrestres y acuáticos del estado de Puebla. También los encontramos en la superficie y el interior del cuerpo humano, de animales, plantas y otros microorganismos, donde

**Figura 5.14** Los hongos saprobios cumplen una importante función en los ecosistemas como agentes degradadores de la materia orgánica que permite el eficiente reciclaje de nutrimentos y la formación y el mantenimiento del suelo (Foto: Luis Villarreal Ruiz).

establecen relaciones simbióticas, antagonistas o mutualistas o son agentes degradadores de la materia orgánica, por lo que su estudio biogeográfico cada vez adquiere mayor relevancia (Curtis y Sloan 2005; Green *et al*. 2008). La gama de interacciones ecológicas de los microorganismos se traduce en servicios ambientales útiles para el hombre, como la degradación de restos orgánicos, la formación y mantenimiento del suelo y la fijación biológica del nitrógeno, entre otros (Figura 5.14).

Su manipulación biotecnológica permitiría incrementar el rendimiento de cultivos y la producción de alimentos y bebidas, el control biológico de plagas y enfermedades y la producción de metabolitos de importancia farmacológica (Bull *et al*. 2000). Al igual que en otras regiones del país, la biota microbiana ha sido poco estudiada en el estado de Puebla, lo que hace necesario financiar proyectos de bioprospección en los dominios: 1) Bacteria, en donde existe una gran riqueza de especies de importancia económica para su uso como biofertilizantes o productores de metabolitos útiles. 2) Arquea, que contiene

organismos extremófilos poco valorados y de gran potencial biotecnológico. 3) Eucaria, donde los Protistas microscópicos, tanto simbiontes como de vida libre, han recibido muy poca atención (López-Ochoterena 1993), y 4) los mixomicetos y hongos que han sido relativamente mejor estudiados. En el caso de los mixomicetos, a pesar de ser conocidos como "hongos mucosos o gelatinosos" y de ser estudiados tradicionalmente por los micólogos, realmente no son hongos y están más relacionados con las amoebas (amibas); en Puebla se han reportado 13 especies (Ogata *et al*. 1994; Villarreal 1990) de las cuales la *Fuligo septica* es considerada comestible por Villarreal y Pérez-Moreno (1989a).

Por su parte, los hongos Glomeromycota, que forman micorriza arbuscular en plantas silvestres y cultivadas de importancia comercial, requieren de una mayor atención. En el caso de los hongos superiores (Ascomycetes y Basidiomycetes), constituyen el grupo mejor representado, ya que tan solo de la Sierra Norte de Puebla, Martínez-Alfaro *et al*. (1983) reportaron 76 especies, de las cuales 40 fueron comestibles. Por su parte Villarreal y Pérez-Moreno (1989a y b) documentaron la existencia de 75 especies de hongos silvestres comestibles para todo el estado de Puebla, lo que constituye una importante alternativa para el manejo integral y sustentable de sus bosques (Villarreal 1995a y b).

Dentro de los hongos comestibles y/o medicinales tenemos aquellas especies saprobias de los géneros *Pleurotus* (setas), *Lentinula* (shiitake), *Agaricus* (champiñón) y *Ganoderma*, que pueden cultivarse sobre madera o esquilmos agrícolas para su comercialización en el mercado nacional e internacional, para impulsar el combate a la pobreza en comunidades rurales marginadas (Martínez-Carrera *et al*. 2005). Cabe hacer notar que en un mercado popular de Xalapa, Veracruz se registró por primera ocasión en México la comestibilidad del hongo *Lentinula boryana*, procedente de bosques de encino del estado de Puebla (Villarreal y Pérez-Moreno 1989a). Dado que dicha especie nativa es equivalente al "shiitake" que se cultiva en Asia, el descubrimiento indica la importancia que el estado de Puebla puede tener como reservorio de recursos genéticos en hongos. Mención aparte merecen los hongos comestibles silvestres que forman simbiosis micorrízica con angiospermas y gimnospermas, ya que son objeto de recolección en los bosques por las comunidades rurales que los habitan; a la fecha, los intentos para lograr el subcultivo de estas especies ha progresado muy lentamente en México, por lo que urge investigar en este campo. Los principales hongos comestibles de importancia comercial que se localizan tanto en Puebla como en otras regiones templadas y frías de México, pertenecen al complejo de especies de *Amanita caesarea, Boletus edulis, Cantharellus cibarius* y *Morchella* spp. (Villarreal y Gómez 1997; Pilz *et al*. 2007). El "hongo blanco" u "hongo de ocote" de México pertenece al complejo *Tricholoma matsutake-T. magnivelare* (Figura 5.15). Es un hongo micorrízico de alto valor comercial en el mercado japonés, donde es conocido como "matsutake" ("matsu"= pino - "take"= hongo") y se vende en 550 dólares por kg y un solo ejemplar en fresco puede valer entre 165 y 220 dólares (Anónimo 2007). Este complejo de especies tiene un gran potencial en Puebla y otras regiones de México y su comercialización por parte de compañías japonesas en el mercado japonés se inició en el estado de Puebla en 1988-1989 (Villarreal y Pérez-Moreno 1989b).

Figura 5.15. El matsutake u hongo blanco pertenece al género *Tricholoma* y se desarrolla en bosque de pino de regiones semisecas de Puebla y es altamente cotizado en el mercado japonés (Foto: Luis Villarreal Ruiz).

Recientemente Villarreal-Ruiz y Neri-Luna (2009) puntualizaron la necesidad de valorar a los hongos y micorrizas como un recurso genético microbiano mediante un enfoque inter y transdisciplinario, basado en el concepto integrador de la biocomplejidad y combinando el conocimiento de las etnias con los métodos clásicos y los innovadores (bioinformática y genómica). Con ello se pretende desarrollar una metodología estandarizada que facilite su detección, caracterización, bioensayo, mapeo biogeográfico, conservación *in situ* y *ex situ* e innovación tecnológica. Dicha propuesta busca generar una base de datos confiable sobre la identificación, ecología, distribución y usos actuales y potenciales de los recursos genéticos microbianos de México. La información que se genere permitirá promover mecanismos para: 1) conservar especies y hábitats, 2) regular la recolección, almacenamiento y apropiación del material genético (banco de genes) y 3) implementar sistemas sostenibles de aprovechamiento y manejo. Además, proponen la integración de redes multilaterales de colaboración para generar estrategias que impulsen la creación de políticas de acceso y beneficios compartidos de los recursos genéticos microbianos para lograr economías, ecosistemas y comunidades sostenibles, respetando el conocimiento tradicional, la autonomía de las etnias y la soberanía nacional.

## CONCLUSIÓN

*Pedro Antonio López*

La amplia variación ambiental en el estado de Puebla ha propiciado una gran diversidad de recursos genéticos, muchos de ellos con origen y distribución muy localizados en sitios específicos del territorio poblano, generando un alto nivel de endemismo, como es el caso de las cactáceas en el Valle de Tehuacán. Es importante reconocer que la interacción del recurso genético con el ambiente y con la diversidad cultural a través del tiempo, ha ocasionado una mayor diversidad a nivel intraespecífico en especies vegetales y animales, que se ha traducido en razas, variedades o poblaciones nativas y criollas que los campesinos y grupos étnicos manejan en su entorno, tal como ocurre con el maíz. El conocimiento de esta diversidad genética debe ser la base para su protección y aprovechamiento de forma sustentable a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo cabe resaltar que buena parte de los estudios genéticos desarrollados hasta el momento se han hecho en especies de introducción relativamente reciente (desde el punto de vista evolutivo), por lo que particularmente es necesario desarrollar estudios genéticos en especies nativas que han sido utilizadas tradicionalmente o que tienen un potencial de utilización.

Estudio de caso 5.1

## Los patrones varietales en maíz

*Abel Gil Muñoz*

México es un país que presenta una amplia diversidad ambiental, biológica y cultural. La primera queda evidenciada por la intricada orografía del territorio; Rzedowski (1986) consigna la existencia de ocho sistemas montañosos, cuatro planicies, dos depresiones y una gran cantidad de cerros, sierras y serranías, entre los que quedan insertos pequeños valles (muchos de ellos con actividad agrícola), y por la amplia gama de tipos climáticos: según García (1988), en el país se encuentran cuatro de los cinco tipos climáticos reconocidos por Köppen: A) clima tropical lluvioso, B) clima seco, C) clima templado lluvioso y E) clima frío; el único ausente es el D, clima boreal. Muestra de su diversidad biológica, es el hecho de que México es reconocido como uno de los 15 países megadiversos del planeta, y que en el caso particular de especies vegetales, existen aproximadamente 36 000 (González y Smith 1998).

La diversidad cultural se puede percibir a través de las manifestaciones culturales de las 62 etnias que existen en México (Consejo Nacional de Población 2004) y de la población mestiza. La interacción entre estas tres fuentes de diversidad (ambiental, vegetal y cultural), particularmente en el ámbito agrícola, dio como resultado la generación de un considerable nivel de variación genética en aquellas especies aprovechadas por el hombre, dando origen a lo que hoy se conoce como variedades criollas (más correctamente, poblaciones nativas). Un ejemplo claro de este proceso lo es el maíz: ¿cuántas poblaciones nativas de este producto existen? No se sabe con precisión, pero se puede hacer un pequeño ejercicio matemático para tratar de dar respuesta a tal pregunta: según información proporcionada por Nadal (2000), se estima que en México 3.15 millones de agricultores cultivan este grano; de ellos, aproximadamente dos millones emplean poblaciones nativas; si cada uno conserva y utiliza un promedio de entre dos y tres materiales, potencialmente se tienen entre cuatro y seis millones de poblaciones nativas, las cuales no serán extremadamente diferentes entre ellas, pero sí mostrarán un espectro de variación amplio y continuo.

El por qué se ha formado un número tan grande de poblaciones nativas encuentra su explicación en la selección, tanto la impuesta por el hombre y la mujer del campo, como por la generada por los factores bióticos y abióticos que condicionan la producción de cultivos en la gran cantidad de pequeños valles (microrregiones) en los que se siembra maíz. Producto del trabajo desarrollado durante poco más de 40 años en diferentes microrregiones del país, Muñoz (2003) demuestra y concluye que en cada microrregión donde se cultivan maíces nativos, es factible agrupar la variabilidad presente en lo que él define como un *patrón varietal*. Para entender mejor este concepto se explicarán primeramente sus elementos: en cada microrregión existen grupos de poblaciones nativas de maíz que los agricultores han ido seleccionando y manteniendo, tanto para hacer frente a los diferentes regímenes higrotérmicos y potenciales ambientales bajo los cuales desarrollan

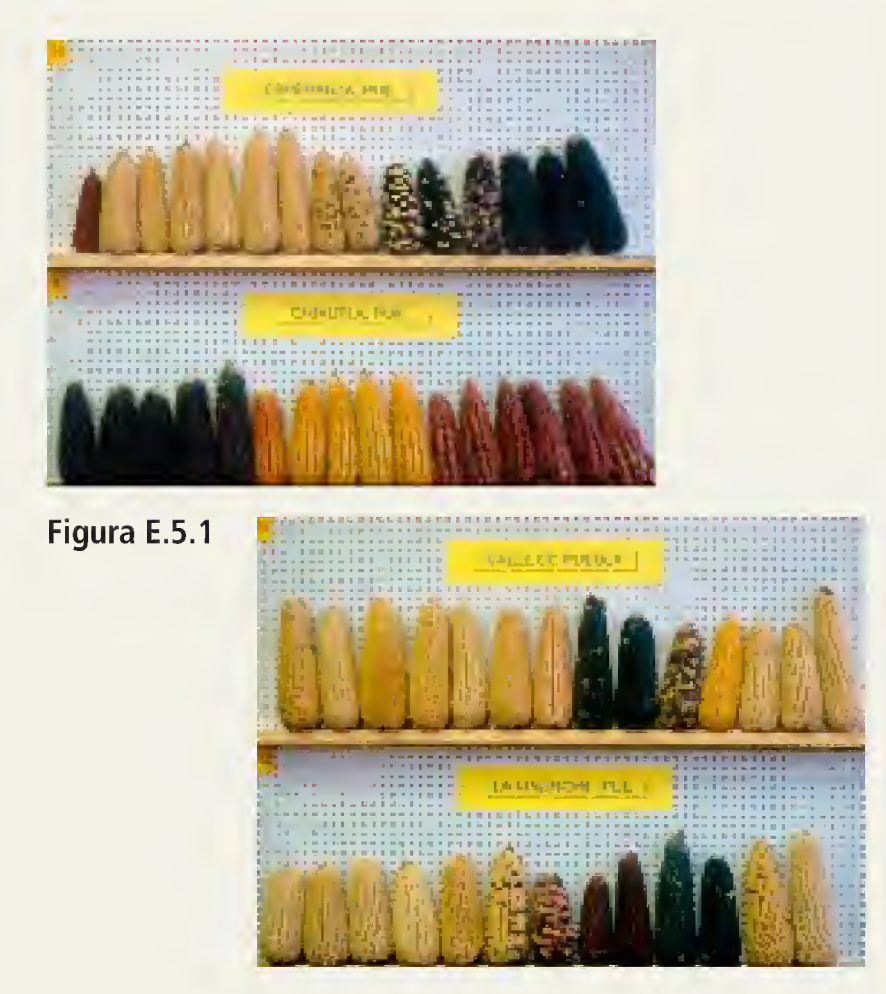


**Figura E.5.1**

su actividad productiva, como para dar respuesta a diversas necesidades de uso.

Cada grupo de poblaciones representa un *componente* del patrón varietal; estos componentes difieren entre sí en cuanto a precocidad (calculable a partir del número de días transcurridos al 50 % de floración femenina), color del grano (blanco, amarillo, azul, rojo o colorado, etc.) como se muestra en la Figura E.5.1 y, en menor medida, el uso que se les da. Muñoz (2003) agrega que cada componente del patrón varietal se siembra en un sitio específico de la microrregión: llano, lomerío, ladera, cima, y en un período también específico, el cual depende de la humedad del suelo, las temperaturas y la altitud del lugar. A cada sitio con su régimen higrotérmico se le llama estrato o nivel ambiental. A partir de estas definiciones se construye el concepto de ***patrón varietal***, que se define como el sistema que conjunta los grupos de poblaciones (componentes), los estratos o niveles ambientales y las relaciones entre ellos. Al momento, los patrones varietales descritos son los de Valles Altos (López y Muñoz 1984), Mixteca Oaxaqueña (Muñoz 1987), Meseta Purépecha (Gil *et al*. 1995), Tierra Caliente, Mich. (Romero y Muñoz 1996), Valle de Serdán, Pue. (Taboada 2000) y la Meseta Comiteca (Gabino 2001).

Estudio de caso 5.2

## Patrones varietales de maíz identificados en Puebla

*Abel Gil Muñoz*

En Puebla se ha identificado los patrones varietales presentes en las dos regiones más importantes en cuanto a producción de maíz: el Valle de Puebla y el Valle de Serdán.

En lo que respecta al primero, Gil *et al*. (2007) exponen que se ubica en la parte centro-oeste del estado, correspondiendo prácticamente al área que ocupa el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 05 Cholula, con excepción de siete municipios. Los mismos autores, citando a CIMMYT (1974), indican que el valle se extiende desde los 18° 50′ hasta los 19° 25′ de latitud norte, y de los 97° 55′ a los 98° 40′ de longitud oeste, y que las altitudes al interior del mismo oscilan desde los 2 100 msnm en la parte más baja (ciudad de Puebla) hasta los 2 700 m para actividades agrícolas. Agregan que está limitado en su porción occidental por los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl, y en la nororiental por el volcán La Malinche.

Respecto al clima, se señala que en la mayor parte es templado; las temperaturas medias anuales durante la estación de crecimiento del maíz varían de 18.6 °C en mayo, a 16.1 °C en octubre, mientras que las heladas se presentan entre octubre y marzo. La precipitación registrada de abril a octubre varía de 777 a 863 mm y representa el 94 % del total anual. Las primeras aproximaciones a la descripción del patrón varietal aquí existente fueron reportadas por López y Muñoz (1993) y López *et al*. (1996), quienes encontraron que en la región estuvieron presentes tres estratos de precocidad: precoces (con 89 a 95 días al 50 % de floración femenina), intermedios (con 96 a 100 días) y tardíos (con 101 a 105 días), con una frecuencia respectiva de 33, 48.5 y 18.5 %.

La distribución de los colores de grano fue la siguiente: blanco (76.5 %), azul (11.8 %), pinto (5.9 %), amarillo (2.9 %) y rojo (2.9 %). En un análisis conjunto concluyen que el componente predominante fue la de maíces de grano blanco y ciclo intermedio (los cuales constituyeron el 43 % del total), seguida por los materiales de grano blanco y ciclos precoz o intermedio, y posteriormente por los azules, que como grupo tendieron a ser precoces; el último componente correspondió a los amarillos y rojos, que fueron netamente precoces. Explican que la mayor frecuencia de poblaciones de grano blanco se debe a la preferencia que por él tienen los consumidores y a su mejor precio de venta; sugieren que la menor frecuencia de poblaciones de grano blanco de ciclo tardío puede atribuirse al retraso en las fechas de siembra, causado a su vez por el abatimiento gradual del manto freático. Respecto a la presencia de otros colores de grano, la atribuyen a razones de variación del gusto, formas especiales de consumo y prevención de irregularidades climáticas, aunque alertan que particularmente las componentes amarillo y rojo están tendiendo a desparecer. A partir de estos datos afirman que esta diversidad le permite al agricultor del Valle de Puebla responder a la aleatoriedad de las condiciones ambientales bajo siembras de humedad residual o temporal.

Las principales características del Valle de Serdán se describen a continuación, tomando como referencia el trabajo de Taboada (2000): la región se localiza en la parte Centro Oriente del estado de Puebla, entre los 18º 41' 34" y 19º 20' 11" de latitud norte, y entre los 97º 09' 08" y 97º 46' 00" de longitud oeste. Sus principales áreas agrícolas se encuentran a altitudes entre los 2 300 y 2 600 msnm. El relieve, en su mayoría, corresponde a planicies arenosas, con suelos característicos de depósitos volcánicos recientes. Se tienen dos climas principales: el templado subhúmedo con lluvias en el verano ($Cw_1$), en la zona centro, y el seco con lluvias en el verano ($BS_1kw$), en la parte norte y sur. El ciclo de lluvias inicia en marzo y termina en septiembre; la precipitación varía de

390 a 1 200 mm, con un promedio regional de 590 mm anuales. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 10 y 15 °C, siendo los meses más fríos diciembre y enero y los más cálidos mayo y junio. Las heladas se pueden presentar en cualquier época del año, pero regularmente de mediados de septiembre a marzo, en un promedio de 90 días. Las granizadas ocurren durante los meses de abril y mayo con probabilidades de que suceda al menos una durante el ciclo. Los vientos van en dirección noroeste y con una intensidad de moderados a fuertes, presentándose tolvaneras entre febrero y marzo.

El patrón varietal correspondiente a esta zona fue explicado por Taboada (2000), quien encontró que predominaron las variedades de grano blanco (95.2 %), seguidas por las amarillas (2 %), negras y azules (2.4 %), y coloradas (0.4 %); respecto a la precocidad, se notó que los maíces formaron un continuo entre el extremo precoz y el tardío; no obstante, al interior pudieron precisarse tres estratos: precoz (114.2 a 122.9 días al 50 % de floración femenina), intermedio (123 a 129.3 días) y tardío (129.4 a 145 días); el primero representó el 15 % del de las poblaciones nativas, mientras que los dos restantes concentraron el 50 y 35 % respectivamente.

Dada su abundancia, las variedades de grano blanco fueron las que cubrieron más del 90 % de los materiales de cada nivel de precocidad; por su parte, los maíces amarillos tendieron a ubicarse en el extremo precoz mientras que los negros, azules y colorados mostraron un comportamiento variable. Dos aspectos que conviene resaltar son el que ante la casi total desaparición de los maíces de color, los de grano blanco han cubierto todas las fracciones de precocidad y que la mayor frecuencia de éstos se ubica en el estrato intermedio. En relación a esto último, Taboada (2000) apunta que en el Valle de Serdán es evidente la predominancia de las variedades de tipo intermedio (casi todas ellas de grano blanco) y que dado su potencial productivo, podrían cubrir la superficie cultivada con maíces tardíos; no obstante, estas últimas continúan sembrándose en los terrenos con menos restricciones ambientales dado su mayor rendimiento de grano. El por qué se incrementó la frecuencia de poblaciones de grano blanco en la región es atribuido a la mayor facilidad para comercializar este tipo de granos y al aumento del número de productores de transición entre lo tradicional y lo comercial (Taboada 2000); en torno a la extremadamente baja frecuencia de los maíces pigmentados, el autor comenta que muy probablemente es el producto de un proceso de erosión genética (pérdida de poblaciones nativas), situación bastante preocupante, pues prácticamente significa la desaparición de uno o más componentes del patrón varietal, con las implicaciones consecuentes.

Estudio de caso 5.3

## Diversidad del género *Lupinus* spp. en la región de los Valles de Serdán y Libres del estado de Puebla

*Luz del C. Lagunes-Espinoza, Eustolia García-López, Adriana Delgado-Alvarado, Javier López-Upton, Jesús Jasso-Mata*

En la región de Valles del Serdán y Libres del estado de Puebla, especies del género *Lupinus* spp. cohabitan en la zona forestal y agrícola. Un primer paso para la valorización de éste género en la región es identificar y describir la diversidad de las especies de *Lupinus* spp. presentes y obtener su caracterización bioquímica. Para ello, se realizaron recorridos en el área de estudio en 2006 y 2007, siguiendo un

gradiente altitudinal, para colecta de materiales y su identificación taxónomica y de semillas para análisis bioquímico. Diecinueve poblaciones de *Lupinus* fueron muestreadas en la región de estudio (de 1 800 a 4 200 msnm), cuyos rangos de proteína en las semillas fluctuaron de 31.7 a 48.1 %.

En la zona agrícola las poblaciones de *Lupinus* sp fueron observadas en márgenes de cultivos de maíz asociadas con *Cariopsis* sp. *Galinsoga* sp. *Lopezia* sp. o en áreas no cultivadas en condiciones naturales asociadas con *Tajetes* sp. *Eupatorium* sp. *Steva* sp. y bosques de pino, a partir de los 2 700 msnm.

En la región forestal, las poblaciones de *Lupinus* spp. fueron abundantes y estuvieron asociadas a bosques de *Pinus oaxacanus, Pinus pseudustrobus* y en ocasiones, en límites de bosques con cultivos de maíz, desde los 2 856 msnm. A partir de los 3 400 msnm, las poblaciones de *Lupinus* spp. se encuentran asociadas con bosques de *Pinus, Abies, Sinecio* sp. y *Bacaris* sp. Poblaciones abundantes y diferentes fueron localizadas en bosques de *Pinus montezumae* asociadas con pastizal de *Muhlenbergia* sp. A la fecha, cuatro especies de *Lupinus* han sido identificadas en la región de estudio: *Lupinus aschenbornii Schauer* de 2 800 a 4 200 msnm, *Lupinus campestris* Cham y Schel (syn. *L. pulchellus* Sweet) en zonas de alta perturbación, *Lupinus exaltatus* Zucc. (syn. *L. grandis* Rose) de 1 800 a 3 700 msnm y *Lupinus montanus* H.B.K. (syn. L. *vaginatus* Cham. & Schl. : *L. glabrior* Rose) de 2500 a 4100 msnm. Entre especies, los azúcares solubles de la semillas variaron de 1.52±0.45 a 2.36±0.13 mg $g^{-1}$ para glucosa, 0.78±0.21 a 1.52±0.34 mg $g^{-1}$ para fructosa y de 0.54±0.03 a 1.65±0.12 mg $g^{-1}$ para almidón. Los resultados obtenidos permitirán identificar a la o las especies de lupino con mayor contenido proteico y con potencial para iniciar su proceso de domesticación.

## LITERATURA CITADA


Aceves R., E., A. Turrent F., J.I. Cortés F. y V. Volke H. 2002. Comportamiento agronómico del híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. Rev. Fitotec. Mex. 25(4):339-347.

Álvarez C., M. y L. Durán F. 2001. La diversidad biológica en Puebla. *In*: Ayala R., I. (ed). La situación ambiental en Puebla. Elementos para la educación. Universidad Iberoamericana Puebla. Serie Lupus Magister. Mexico. pp. 81-120.

Anónimo. 2007. Lean harvest ups "matsutake price". The Japan Times Online, Friday, October, 26. http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20071026a3.html. Consultado el 16 de febrero de 2009.

Barrera, H.T., A. Martínez, L. Barón, S. Vargas, C. Lázaro, J.S. Hernández, R. Reséndiz y A. Sierra. 2005. Caracterización biométrica de los equinos de trabajo en Ixcamilpa de Guerrero, Puebla. *In*: VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 9 al 11 de noviembre de 2005. San Cristóbal de las Casas, México. pp 55-58.

Basurto, F., V. Evangelista, M. Mendoza y A. Aguilar. 2008. Biodiversidad y seguridad alimentaria en el norte de Puebla, México. *In*: Seguridad alimentaria en Puebla: Prioridad para el desarrollo. E. Reyes A. y J.A. Paredes S. (Coordinadores). Colección "La agricultura en Puebla" Serie "Seguridad alimentaria" 2. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla. Altres Costa-Amic. pp. 256-270.

Becerra, X.J. y D.V. Lawrence. 1999. Nuclear ribosomal DNA phylogeny and its implications for evolutionary trends in Mexican *Bursera* (Burseraceae). American Journal of Botany 86:1047-1057.

Bellon, M.R. 1996. The dynamics of crop infraspecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. Economic Botany 50:26–39.

Boa E. 2004. Los hongos silvestres comestibles; perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO, Roma.

Borys, M.W. y H. Leszczyñska-Borys. 2001. El potencial genético frutícola de la República Mexicana. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, Méx. 99 p.

Boyas D., J.C. 1993. Flora fanerogámica del campo experimental forestal "San Juan Tetla", Puebla. 2ª. Ed. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraúlicos, SARH, Coyoacán, México. 103 p.

Bull, A.T., A.C. Ward, y M. Goodfellow. 2000. Search and discovery strategies for biotechnology: the paradigm shift. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 64:573-606.

Camacho-Villa, T.C., N. Maxted, M. Scholten y B. Ford-Lloyd. 2006. Defining and identifying crop landraces. Plant Genetic Resources 3(3):373-384.

Canales M., M., T.D. Hernández, J.N. Caballero, A.R. de Vivar, A.D. Durán y R.S. Lira. 2006. Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. Acta Botánica Mexicana 75:21-43.

Carretero M.E., J. López-Pérez, M. J. Abad, P. Bermejo, S. Tillet, A. Israel.y B. Noguera P. 2008. Preliminary study of the anti-inflammatory activity of hexane extract and the fraction from *Bursera simaruba* (Linneo) Sarg. (Burseraceae) leaves. Journal of Ethnopharmacology 116:11-15.

Castro G., F.H., P. López L., S. Montes H. y F. Andrés J. 2007. Caracterización morfológica de la diversidad de los chiles nativos (*Capsicum* spp.) en el estado de Oaxaca. Memorias: Cuarta Convención Mundial del Chile. Querétaro, Qro., México. pp. 59-63.

Cervantes S., T. y A. Mejía H. 1984. Maíces nativos del área del Plan Puebla. Recolección de plasma germinal y evaluación del grupo tardío. Revista Chapingo 43-44:64-71.

Chavarría, R.I. 1992. Producción ovina en la ganadería familiar de la Cordillera del Tentzo, Puebla. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 p.

CIMMYT. 1974. El Plan Puebla: Siete años de experiencia 1967-1973. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. 116 p.

Cleveland, D.A., D. Soleri y S.E. Smith. 2000. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. Economic Botany 54:377–394.

CNEVB. 1999. Perspectives on biodiversity: valuing its role in an everchanging world. Committee.on Noneconomic and Economic Value of Biodiversity National Academy Press. Washington, D.C.

CDB. 1992. Convenio de Diversidad Biológica. Disponible en http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc1.htm. Consultado el 5 de noviembre de 2008.

Consejo Nacional de Población. 2004. Clasificación de localidades de México según grado de presencia indígena, 2000. Consejo Nacional de Población. México, D. F. 95 p.

Costanza R., R. D'arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'neill, J. Paruelo, G.R. Raskin, P. Sutton y M. van den Beltet. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260.

Curtis, T.P. y W.T. Sloan. 2005. Exploring Microbial Diversity-A Vast Below. Science 309(5739):1331-1333.

Dávila P., M.C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J.L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. Biodiversity and Conservation. 11:421-442.

Díaz-Bautista, M. y B.E. Herrera-Cabrera. 2004. Caracteres morfológicos en la selección de semilla de haba en la Sierra Norte de Puebla. Revista Fitotecnia Mexicana 27: 49-52.

Díaz-Bautista M., E. Herrera-Cabrera., J. Ramírez-Juárez, M. Aliphat-Fernández y A. Delgado-Alvarado. 2008. Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la sierra norte de Puebla México. Interciencia 33 (8):110-115.

Díaz-Ruiz, R., B.E. Herrera C. y A. Muñoz O. 2005. Genotipos sobresalientes de frijol de guía y maíz para cultivos múltiples en la Cordillera del Tentzo Puebla. *In*: Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C. Memorias del VIII Simposio Internacional y III Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C., Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología y Alimentos. Cd. Victoria, Tamps, México. p 56.

Díaz-Ruiz, R., A.R. Ramírez-Pérez y J.A. Paredes-Sánchez. 2008. Diversidad de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en diferentes regiones del estado de Puebla. *In*: E. Reyes A. y J.A. Paredes S. (Coord.). Seguridad alimentaria en Puebla: prioridad para el desarrollo. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla, Altres Costa-Amic. México. pp. 225-235.

Fernández, J., S. Vargas, J.S. Hernández, M.A. Casiano, R. Reséndiz, J.O. Romero y L. Carreón. 2005. Caracterización fenotípica de las cabras en las comunidades indígenas de la Sierra Negra de Puebla, México. *In*: VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 9 al 11 de noviembre de 2005. San Cristóbal de las Casas, México. pp 63-65.

Gabino G., R. 2001. Diversidad en maíces criollos de la Meseta Comiteca, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 95 p.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta Edición. Talleres de Offset Larios, S. A. México, D. F. 217 p.

Gaston, K.J. y J.I. Spicer. 1998. Biodiversity: an introduction. Blackwell Science, Oxford.

Gil M., A. 2000. Usos tradicionales de los maíces criollos en dos microregiones de Puebla, México. *In*: Zavala G., F.; Ortega P., R.; Mejía C., J. A.; Benítez R., I. y Guillén A., H. (Eds.) Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Irapuato, Guanajuato, México. 15 al 20 de octubre del 2000. p. 113.

Gil M., A., A. Muñoz O., A. Carballo C., y A. Trinidad S. 1995. El patrón varietal de maíz en la región sureste de la Sierra Purépecha. I. Variables importantes empleadas en su definición. Revista Fitotecnia Mexicana 18:163-173.

Gil M., A., P.A. López y J. C. Pérez de la C. 2002. Rendimiento de grano y aptitud de uso en maíces criollos del Valle de Puebla, México. *In*: Sociedad Mexicana de Fitogenética. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Notas Científicas. Saltillo, Coahuila, México. 1-5 de septiembre del 2002. p. 233.

Gil M., A., P.A. López, A. Muñoz O. y H. López S. 2004a. Variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización. *In*: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agrosistemas Tradicionales. Chávez-Servia, J.L., Tuxil y D.I. Jarvis (eds.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. pp. 18-25.

Gil M., A., A. Ordóñez X. y M.M. Palomino P. 2004b. Nixtamalización de maíces criollos del Valle de Puebla. *In*: SOMEFI. Memoria del XX Congreso Nacional de Fitogenética: Resúmenes. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Toluca, México, México. 19-24 de septiembre de 2004. p. 335.

Gil M., A. y N.M. Álvarez C. 2005. Documentación de los usos tradicionales de maíces criollos en Santiago Xalitzintla. *In*: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla y Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Tercer Encuentro de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el Estado de Puebla. Memorias. (En disco compacto).

Gil M., A., P.A. López, H. López S. y O.R. Taboada G. 2007. El fitomejoramiento: una opción tecnológica para la agricultura de subsistencia. *In*: R. Martínez R., B. Ramírez V. y G. E. Rojo M. (Coord.) Estudios y propuestas para el medio rural. Universidad Autónoma Indígena de México y Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México. pp. 113-136

Gil M., A., J. de D. Guerrero R., P.A. López, H. López S., R. Hortelano S. R. y B.G. Alvarado. 2007. Uso de maíces criollos en las regiones de Guadalupe Victoria-Libres-Serdán (Puebla) y Huamantla (Tlaxcala). *In*: SOMEFI. Programa Académico de la 2da Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos. Sociedad Mexicana de Fitogenética y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Mich., México. 8 al 11 de octubre de 2007. p. 50.

González, L. N. y Smith, L. D. 1998. Biodiversidad. *In*: CONABIO. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp: 62-102

Green J.L., B.J.M. Bohannan y R.J. Whitaker. 2008. Microbial biogeography: from taxonomy to traits. Science 320(5879):1039-1043.

Guadarrama L.R. 2008. Descripción del hábitat y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en el sistema agrosilvopastoril de la mixteca poblana. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla, Pue.

Guerrero Rodríguez, J. de D., A. Gil M., S. Vargas L., H. López S. y P.A. López. 2007. El maíz de doble propósito: ¿Una opción para la agricultura campesina del altiplano mexicano? *In*: Estudios y propuestas para el medio rural. Tomo II. R. Martínez R., G. E. Rojo M., B. Ramírez V. y N. Estrella Ch. (coordinadores). Editado por la Universidad Indígena de México, Sinaloa, México. 153-167 pp.

Guerrero Rodríguez, J. de D., S. Vargas L., F. Calderón S. y Z.G. López T. 2008. Diversidad de especies forrajeras y su función en la seguridad alimentaria en Puebla. *In*: E. Reyes A. y J.A. Paredes S. (coordinadores). Seguridad alimentaria en Puebla: prioridad para el desarrollo. Colección "La agricultura en Puebla". Serie "Seguridad alimentaria" Volumen 2. Editorial Costa-Amic. pp. 308-322.

Guizar-Nolazco, E. y A. Sánchez-Vélez. 1991. Guía para el reconocimiento de los principales arboles del alto Balsas. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Difusión Cultural y División de Ciencias Forestales. Chapingo, Mexico. 207 p.

Hamrick, J.L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural plant populations. p. 335-348. *In* Schonewald-Cox C.M., S.M. Chambers, B. MacBryde and L. Thomas (ed.) Genetics and conservation: a reference for managing wild animals and plant populations. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California USA.

Harlan, J.R. 1992. Crops and Man, 2nd Edition. Madison, WI: American Society of Agronomy. pp. 147–148.

Henkel T., R.M. Brunne, H. Müller y F. Reichel. 1999. Statistical investigation into the structural complementarity of natural products and synthetic compounds. Angew. Chem. Int. Ed. 38:643-647.

Hernández H., M. y A.H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botánica Mexicana. 26:33-52.

Hernández, J.S., R. Oviedo, A. Martínez, L. Carreón, R. Reséndiz, J.O. Romero y S. Vargas. 2005. Situación del guajolote común en la comunidad de Santa Úrsula (Puebla, México). *In*: VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 9 al 11 de noviembre de 2005. San Cristóbal de las Casas, México. pp. 277-280.

Hernández, I., J.S. Hernández, R. Reséndiz, A.C. Sierra y S. Vargas. 2006. Caracterización zoométrica de ovinos producto del mestizaje Criollo x Suffolk. *In*: VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 5 al 9 de diciembre de 2006. Cochabamba, Bolivia. pp 113-115.

Herrera-Cabrera, B.E. 2005. Diversidad genética y valor agronómico de haba en la Mesa Central de México. *In*: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, Biotecnología y Agropecuarias (Ed). Catálogo de investigaciones, innovación y desarrollos tecnológicos. Puebla, Pue. México. pp. 42-43.

Herrera-Cabrera, B. E., R. Díaz-Ruiz y A. Muñoz-Orozco. 1993. Variación genética en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la cordillera del Tentzo, Puebla. *In*: F. Escobedo C., J. Ocampo M., B.E. Herrera C., R. Mendoza R., J.A. Paredes S. y A. Macías L. (eds). Memorias in extenso I Simposio Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. Comisión de Estudios Ambientales y CEICADAR, Colegio de Postgraduados. pp 193-198.

Herrera-Cabrera, B.E., R. Díaz R., F. Castillo G. y M. López R. 2002. Diversidad genética de haba en la Mesa Central de México. *In*: E. Solórzano V.; J. S. Barrales D.; L. M. Marroquín A.; J. de J. López R. y S. Ayala (eds). Primer congreso nacional sobre el cultivo del haba (CD-ROM). Universidad Autónoma Chapingo Dpto. de Fitotecnia. Chapingo, México. 11-12 de septiembre. ISBN 968-884-855-7. pp. 1-7.

INEGI. 2007. Anuario estadístico del estado de Puebla. Tomos I y II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 1284 p.

INEGI, 2008. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos: Edición 2007. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, Aguascalientes.

INIFAP. 2004. Adabella. Variedad de cebada maltera para los Valles Altos de la Mesa Central. Desplegable para productores No. 2. INIFAP-CAEVAMEX. Texcoco, México.

Jaramillo, R.I., J.S. Hernández, A.C. Sierra y S. Vargas. 2005. Relaciones entre características del huevo incubable y nacimientos de pollitos. Archivos de Zootecnia 54:437-441.

Kate, K. y S.A. Laird. 2000. The commercial use of biodiversity: access to genetic resources and benefit-sharing. Earthscan Publications, London.

Laguna, S. E. 1991. El ganado español, un descubrimiento para América. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 237 p.

Lázaro, G.C. 2008. Manejo y caracterización de las poblaciones de gallinas de traspatio en la Trinidad Tianguis-

manalco,Tecali, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla, Pue. 133 p.

Lépiz I.R. y G.E. Rodríguez. 2006. Los recursos fitogenéticos de México. *In*: J.C. Molina M. J.C y L. Córdova T. (Eds.). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. pp. 12-29.

Leszczyñska-Borys, H y M.W. Borys. 2002. La flora en la cultura del Estado de Puebla. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. ZIZA CONACYT Delegación Oriente Centro, Puebla. Fundación PRODUCE A.C. Puebla. Puebla, Méx., 216 p.

Loa Loza E., M. Cervantes Ábrego, L. Durand Smith y A. Peña Jiménez. 1998. Uso de la biodiversidad. *In*: La diversidad biológica de México: estudio de país. CONABIO, México, D.F. pp. 103-154.

López-Ochoterena, E. 1993. Notas sobre la diversidad de protozoarios de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Volumen Especial XLIV.

López P.A. y A. Muñoz O. 1993. Diversidad genética de maíces criollos en el Valle de Puebla. *In*: J.F. Escobedo C., J. Ocampo M., B.E. Herrera C., R. Mendoza R., J.A. Paredes S. y A. Macías L. (eds). Memorias in extenso I Simposio Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. Comisión de Estudios Ambientales y CEICADAR, Colegio de Postgraduados. pp. 164-169.

López P. A., H. López S. y A. Muñoz O. 1996. Selección familiar en maíces criollos del Valle de Puebla. En: G. O. Edmeades; M. Bänziger; H. R. Mickelson and C. B. Peña-Valdivia (eds). Proceedings of a Symposium: Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize. CIMMYT, El Batán, Texcoco, México, 24-29 March. CIMMYT. pp. 433-437.

López, P.A., H. López S. y A. Muñoz O. 1998. Selección de maíces criollos en nichos ecológicos del Estado de Puebla. *In*: P. Ramírez V., F. Zavala G.; N. O. Gómez M., F. Rincón, S. y A. Mejía C. (Eds). Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. p. 236

López-Aroche U., D.O. Salinas-Sánchez, P. Mendoza de Gives, M.E. López-Arellano, E. Liebano-Hernández, G. Valladares-Cisneros, D.M. Arias-Ataide y V. Hernández-Velázquez. 2008. *In vitro* nematicidal effects of medicinal plants from the Sierra de Huautla, Biosphere Reserve, Morelos, Mexico against *Hermonchus contortus* infective larvae. Journal de Helminthology, 82:25-31.

López H., A. y A. Muñoz O. 1984. Relación de la coloración del grano con la precocidad y la producción en maíces de Valles Altos. Revista Chapingo 43-44:31-37.

Luna R., J. de J., M.S. Pérez Chávez, J. Martínez de A., K. Kraft, P. Gepts, J. Sosa R. y A.R. Peralta H. 2007. Biogeografía de las poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annumm* var *glabriusculum*) en México: aplicaciones, amenazas y oportunidades para su conservación. Memorias: Cuarta Convención Mundial del Chile. Querétaro, Qro., México. pp. 64-67.

MacNeish, R.S. 1995. Investigaciones arqueológicas en el Valle de Tehuacán. Rev. Arqueol. Mex. 13:18-23.

Martínez-Alfaro, M.A., E. Pérez-Silva, y E. Aguirre- Acosta. 1983. Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla. Bol. Soc. Mex. Mic. 18: 51-63.

Martínez-Carrera, D., D. Nava, M. Sobal, M. Bonilla y Y. Mayett. 2005. Marketing channels for wild and cultivates edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. Micología Aplicada International 17(2):9-20.

Martínez A., M.A. 2007. Los frutales de la Sierra Norte de Puebla. *In*: Frutales nativos: Un recurso fitogenético de México. Nieto A., R. (editor). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. pp. 139-174.

Martínez M., A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 78:15-40.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 86 p.

Muñoz O., A. 1987. Resistencia a factores adversos y mejoramiento de los patrones etnofitogenéticos de la Mixteca. *In*: Muñoz O. A. y Dimas Ch. B. (comps) Memoria del Seminario "Cómo aumentar la producción agropecuaria y forestal en la región Mixteca Oaxaqueña". 13-14 de agosto. Tiltepec, Oaxaca. Tomo II pp. 537-548.

Muñoz O., A. 2003. Centli-Maíz. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico, Glosario Centli-Maíz. Colegio de Postgraduados-SINAREFI. Montecillo, Estado de México.

Nadal, A. 2000. El caso del maíz mexicano en el NAFTA: Variablidad genética y liberalización comercial. Biodiversidad 24:3-12.

Noguera B., E. Díaz, M. V. García, A. San Feliciano, J. L. López–Pérez y A. Israel. 2004. Anti-inflammatory activity of leaf extract and fractions of *Bursera simaruba* (L) Sarg (Burseraceae). Journal of Ethnopharmacology. 92:129-133.

Ogata, N., D. Nestel, V. Rico-Gray, y G. Guzmán. 1994. Los Myxomycetes citados de México. Acta Botánica Mexicana 27: 39-51.

Olmos B., G. s. f. El cultivo de la cebada maltera de temporal. Impulsora Agrícola S. A. de C. V., México, D. F. 44 p.

Paredes-Flores, M., R.S. Lira y P.A. Dávila. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta Botánica Mexicana 79: 13-61.

Pastrana O., M. 2007. Monografía del sorgo. Dirección Agrícola de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Puebla, Pue. 15 p.

Pérez Verdín G. 2006. Los recursos forestales maderables y el desarrollo social y económico en el estado de Durango. Maderas y Bosques 12 (1):3-15.

Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland, Oregon. 231p.

Pilz, D., R. McLain, S. Alexander, L. Villarreal-Ruiz, S. Berch, T. Wurtz, C.G. Parks, E. McFarlane, B. Baker, R. Molina y J.E. Smith. 2007. Ecology and management of morels harvested from the forests of Western North America. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, PNW-GTR-710.

Pineda, B., R. Hidalgo, D. Debouck y M. Mejía. (Comps.). 2007. Multi-Institutional Distance Learning Course on the Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources. Publication No. 360. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia.

Rangel-Meza, E., A. Muñoz-Orozco, G. Vázquez-Carrillo, J.A. Cuevas-Sánchez, J. Merino-Castillo y S. Miranda-Colín.

2004. Nixtamalización, elaboración y calidad de tortilla de maíces de Ecatlán, Puebla, México. Agrociencia 38:53-61.

Razdan, K.R. y A.K. Mattoo. 2007. Genetic Improvement of Solanaceous Crops: Tomato. Volume 2. Science Publishers, U.S.A. 637 p.

Reséndiz, R., J.S. Hernández, P. Méndez, S. Vargas y G. Jiménez. 2006. Uso de dos tipos genéticos de ovinos en la elaboración de barbacoa. *In*: VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 5 al 9 de diciembre de 2006. Cochabamba, Bolivia. pp 132-134.

Romero J., S. Hernández, L. Carreón, R. Reséndiz y S. Vargas. 2006. Los caprinos criollos y la producción de tradicional de chito en la Mixteca poblana. *In*: VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. 5 al 9 de diciembre de 2006. Cochabamba, Bolivia. pp. 403-406.

Romero P., J. y A. Muñoz O. 1996. Patrón varietal y selección de variedades de maíz para los sistemas agrícolas en la región de Tierra Caliente. Agrociencia 30:63-73.

Rubio, A., B. González, S. Ramírez, F. Utrera, N. Flores, J. Serrano, I. Jaramillo, S. Vargas y J.S. Hernández. 2004. Condiciones de uso de los équidos de trabajo en la comunidad rural de Santa Rosa, Puebla, México. Veterinaria (Montevideo), 39:47-50.

Ruiz L., M.A. y A. Sotelo. 2000. Chemical composition, nutritive value and toxicological evaluation of mexican wild lupins. J. Agric. Food Chem. 39:5337-5341.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski. 1979. Lupinus. *In*: Flora Fanerogámica del Valle de México. Volumen I. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F. pp. 326-338.

Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. LIMUSA. México D.F. México 432 p.

Rzedowski, J. 1992. El endemismo de la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *In*: Halffter G., I. (comp). La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. Xalapa, Ver. México. pp. 313-335.

SAGARPA, 2005. Sistema Producto Sorgo. Plan rector para el Estado de Puebla. SDR, SAGARPA, INCA Rural. Puebla, Pue. 50 p.

SAGARPA. 2006. Anuario Estadístico Agrícola 2006. Oficina estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS). http://www.oeidrus-Puebla.gob.mx.

SAGARPA. 2008a. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2007. http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp.

SAGARPA. 2008b. http//www.sagarpa.gob.mx/subagri/pages/ sust/itt/bvar.htm

Sánchez, B.A. 1984. Razas bovinas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 878 p.

Sánchez, R. M. 1999. Pequeños rumiantes. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 78 p.

SDR. 2007a. Cadena productiva de hortalizas. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 73-227.

SDR. 2007b. Cadena productiva de frutales. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 259-385.

SDR. 2007c. Cadena productiva de flores y follajes. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 389-549.

SDR. 2007d. Cadena productiva de cultivos industriales. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 593-659.

SDR. 2007e. Cadena productiva de especias y aromáticas. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 663-691.

SDR. 2007f. Cadena productiva de plantas medicinales. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaría de Desarrollo Rural-Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 695-729.

SDR. 2007g. Cadena productiva de cactáceas. *In*: Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Secretaria de Desarrollo Rural -Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. pp. 733-755.

SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales 2005. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

SIAP. 2008a. Proyecto nacional de estimaciones de superficie, producción y rendimiento agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en http://www.siap.gob.mx.

SIAP. 2008b. http//www.campomexicano.gob.mx/portal_siap

Taboada G., O. R. 2000. Patrón varietal de los maíces del Valle de Serdán, Pue. Tesis de Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 102 p.

Toledo V. M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Siglo XXI, México, D.F.

TIRF. s.f. Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos. Disponible en http//www.planttreaty.org. Consultado el 5 de noviembre de 2008.

Valdez, R., J.C. Guzmán, F.J. Abarca, L.A. Tarango y F. Clemente. 2006. Wildlife conservation and management in Mexico. Wildlife Society Bulletin, 34:270-282.

Vargas M., F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Grandes Problemas Nacionales. Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones de México. UNAM. México, D.F. 266 p.

Vargas M., O. 1998. Estudio etnobotánico y caracterización agronómica del cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.), en la región Mixteca Baja Poblana. Tesis Profesional, Chapingo, Edo. de México. México.

Vargas, S., R. Hernández, J. Gutiérrez, A. Martínez, D. Báez y J.S. Hernández. 2004. Análisis de los componentes de la cadena productiva de ovinos en el Estado de Puebla. *In*: B.A. Cavallotti V. y V.H. Palacio M (Coordinadores). La ganadería: experiencias y reflexiones. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, pp. 179-192.

Vargas L. S., A. Larbi y A. Sánchez. 2007. Analysis of size and conformation of native Creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral Systems in Puebla, Mexico. Tropical Animal Health and Production, 39:279-286.

Vargas L. S., J.S. Hernández, J. de D. Guerrero, J.L. Zaragoza y G. López. 2007. Potencial y limitaciones de la producción

de cerdos de traspatio: la experiencia en Puebla. *In*: R. Perezgrovas Garza (Ed.) Cría de cerdos autóctonos en comunidades indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas-Instituto de Estudios Indígenas. pp. 223-245.

Villarreal, L. 1990. Estudios sobre los myxomycetes de México, I. Nuevos registros. Micol. Neotrop. Apl. 3: 67-79.

Villarreal, L. 1995a. Los hongos comestibles silvestres, una alternativa para el manejo integral de los bosques. *In*: Alternativas al manejo de las laderas en Veracruz. SEMARNAP-FRIEDRICH EBERT STIFTUNG, México, D.F., pp. 197-201.

Villarreal, L. 1995b. El hongo de pino: un recurso genético para el desarrollo sustentable en México. *In*: Vázquez-García, A. (Ed.). Hongos, Biodiversidad y Desarrollo Sustentable, Memoria XI Exposición de Hongos de Tlaxcala. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala.

Villarreal, L. y J. Pérez-Moreno. 1989a. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. Micol. Neotropl. Apl. 2: 77-114.

Villarreal L. y J. Pérez-Moreno, 1989b. Aprovechamiento y conservación del "matsutake americano" (*Tricholoma magnivelare*) en los bosques de México. Micol. Neotrop. Apl. 2: 131-144.

Villarreal, L. y A. Gómez. 1997. Inventory and monitoring wild edible mushrooms in Mexico: Challenge and opportunity for sustainable development. *In*: Mycology in sustainable development: Expanding concepts, vanishing borders. (Palm, M.E. and I.H. Chapela Eds.). Parkway Publishers, Boone. 306 p.

Villarreal-Ruiz, L. y Neri-Luna, C. 2009. Hacia una valoración de los hongos y micorrizas como recurso genético microbiano. Simposio los hongos y micorrizas como recurso genético microbiano. Memoria del X Congreso Nacional de Micología, Guadalajara, Jalisco, septiembre 20-24, p. 36.

Villarreal, O. 2006. El venado cola blanca en la Mixteca Poblana: Conceptos y métodos para su conservación y manejo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fundación Produce Puebla, A. C. Mazamiztli, A. C.. 191 p.

Wellhausen, E.J., L.M. Roberts y E. Hernández X. (en colaboración con P.C. Mangelsdorf). 1951. Razas de Maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México, D.F. p. 23-47.

http//www.sagarpa.gob.mx/subagri/pages/sust/itt/bvar.htm. Boletín de variedades recomendadas de los principales cultivos, como indicaciones para las épocas de siembra. Consultado el 7 de noviembre de 2008.

http//www.campomexicano.gob.mx/portal_siap. Anuario agropecuario para Windows 1980-2007. Consultado el 23 de febrero de 2009.

CAPÍTULO

# 6

Cultivo de maíz en un paisaje de matorral xerófilo con cactus columnares, San Juan Raya, Puebla.
Foto: Miguel Ángel Sicilia / Banco de imágenes de CONABIO.

CAPÍTULO 6

# USOS DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE PUEBLA

*COORDINADORES:*
*Ma. Concepción López Téllez*
*Salvador Romero Castañón*

## INTRODUCCIÓN

*Ma. Concepción López Téllez*

La apropiación de los recursos naturales se lleva a cabo de forma directa, como es la producción de alimentos, medicinas, cosméticos, materias primas para la industria, y de forma indirecta, como la producción de oxígeno y absorción de carbono, la regulación del ciclo hidrológico y el clima, y la conservación de suelos. El resultado del uso de los recursos naturales y de la biodiversidad para nuestra especie es, por lo tanto, la obtención de beneficios culturales, económicos y sociales, entre los más importantes (Carabias *et al.* 1994).

Una buena proporción de la población nacional, y del estado de Puebla, se considera en estado de pobreza. El crecimiento poblacional, la sustitución de vegetación primaria para la ampliación de la frontera agrícola y ganadera y el desarrollo urbano, entre otros factores, ha provocado un uso indiscriminado de los recursos naturales y de la biodiversidad, teniendo como consecuencia que su disponibilidad ya no sea suficiente. Otro factor que ha influido es la falta de ingresos económicos debido a la carencia de proyectos productivos viables para las comunidades rurales, disminuyendo la posibilidad de que las familias de estas zonas tengan los recursos para acceder a la compra de productos básicos como son la carne de animales domésticos y la adquisición de carbón; es por esta razón que las comunidades indígenas, rurales o rancherías se ven en la necesidad de usar los recursos naturales principalmente a través de su extracción para uso doméstico, con el fin de permitir su subsistencia y en algunos casos, se ha generado que se dé un uso irracional, como la tala y la cacería clandestina o no regulada, afectando de manera directa a las poblaciones de flora y fauna silvestre; la consecuencia es la disminución en la distribución y abundancia de las poblaciones silvestres de flora y fauna, llevándolas a la extinción local o regional (Primack 1993; Meffe y Carroll 1997).

Considerando lo anterior, se describen a continuación los usos de la biodiversidad y los recursos naturales en el estado de Puebla, y se muestra un diagnóstico de la situación que presentan con el fin de identificar el potencial de especies prioritarias de uso, así como la propuesta de alternativas productivas viables para las condiciones de la entidad.

## SERVICIOS AMBIENTALES

*Ma. Concepción López Téllez*

La biodiversidad provee de importantes bienes y servicios a la especie humana. Se clasifican en dos grandes grupos: los de apropiación directa, como son la producción de alimentos, medicinas, cosméticos, materias primas para la industria, y los de uso indirecto como la producción de oxígeno y absorción de carbono, regulación de los ciclos hidrológicos y el clima, y conservación de suelos, entre los más importantes. El uso y apropiación de la biodiversidad ha dado como resultado importantes beneficios culturales, económicos y sociales (Carabias *et al.* 1994).

Los ecosistemas que funcionan en condiciones óptimas, proporcionan flujos de agua limpia y en cantidades confiables, suelos productivos, un clima relativamente predecible y muchos otros servicios, que están bajo creciente presión en todo el mundo. En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, se concluyó

que más del 60 % de los ecosistemas del mundo se están usando de manera no sostenible (Chapela y Mendoza 2000).

Actualmente, existe un enfoque de desarrollo que considera los servicios ambientales y que busca básicamente el equilibrio entre el desarrollo socioeconómico de las poblaciones humanas y el mantenimiento de la biodiversidad y los recursos naturales. Sin embargo, parece que la humanidad aún no valora adecuadamente su importancia, pues el deterioro y la desaparición de la biodiversidad continúan a un ritmo sin precedentes (Boyd y Banzhaf 2006).

Algunos de los bienes que se explotan económicamente, y sobre los que existe información, son principalmente recursos naturales usados como insumos para la producción de productos pesqueros, madera, medicinales, derivados de la biodiversidad, plantas ornamentales, artesanías e información procesada sobre biodiversidad, que se convierte en fuente de ingresos directos, en el caso de que se vendan y se encuentran asociados a actividades como el turismo (Figura 6.2) (Harlan 2000).

## Usos del agua y situación de las cuencas hidrológicas

*Ma. Concepción López Téllez*

La disponibilidad de agua para su aprovechamiento es otro de los importantes servicios ambientales que proveen los ecosistemas y del cual el ser humano depende; su disponibilidad y calidad obedecen a una gran cantidad de factores físicos, químicos y biológicos.

En este sentido, México se caracteriza porque más de la mitad de su superficie está cubierta por zonas áridas y semiáridas, en las que el 67 % de las lluvias se presentan en cuatro o cinco meses (junio a octubre) de forma torrencial, lo que dificulta su aprovechamiento. Aunado a lo anterior, la mayor concentración de las zonas urbanas se encuentran ubicadas en la parte centro y norte del país (77 % de la población), zonas donde sólo se genera el 32 % del escurrimiento natural ocasionado por la lluvia, en contraste con el 68 % de la zona sureste y que sólo concentra el 23 % de la población (CNA 2001, Ocampo *et al.* 2008).

**Figura 6.1** Selva baja caducifolia como muestra de ecosistema generador se servicios ambientales (Foto: Concepción López).

**Figura 6.2** Escurrimiento superficial en el Municipio de Chiconcuautla, Sierra Norte, Puebla (Foto: Concepción López).

El estado de Puebla posee recursos hidrológicos superficiales y subterráneos con un aporte anual de alrededor 5 000 mm de agua, que al igual que en el resto del país, no se encuentran distribuidos uniformemente, ya que existen regiones como la Sierra Norte donde se presentan abundantes corrientes superficiales (Figura 6.3), mientras que en la Mixteca Poblana las lluvias son escasas y estacionales (CNA 2003).

En relación a la distribución del agua subterránea, se presentan acuíferos como el de la cuenca de Oriental o la parte noroccidental del Valle de Puebla con disponibilidad suficiente, comparado con acuíferos de las zona de Tecamachalco, Palmar del Bravo y Tehuacán, los cuales están sobreexplotados (CNA 2003). El acuífero del Valle de Tecamachalco está considerado entre los 100 más sobreexplotados a nivel nacional, seguidos por los del Valle de Puebla y la Cuenca Libres-Oriental, que presentan en la actualidad reservas muy escasas (CNA 2003).

El territorio poblano se caracteriza por presentar una accidentada topografía que provoca que los escurrimientos de la región norte no puedan ser aprovechados extensivamente y en su mayor parte escapan hacia el estado de Veracruz.

En las regiones hidrológicas del estado de Puebla como son La Región Hidrológica Río Balsas, Tuxpan-Nautla, la del Papaloapan y la del Río Pánuco, las tres primeras abarcan la mayoría de la superficie de la entidad (99.75 %). La región que registra la mayor precipitación de lluvia, entre 1 500 a 3 000 mm al año, es la de Tuxpan-Nautla. En general se propician escurrimientos aproximados de 6 697 $mm^3$ anuales, representando casi el 60 % del escurrimiento virgen de toda la entidad (INEGI 2009). Así mismo, en la región Papaloapan se ha calculado que el volumen estimado de escurrimiento anual es de 3 116 $mm^3$, que representa el 28 % del escurrimiento virgen. El 78 % del agua en la entidad poblana es utilizada

principalmente para la actividad agrícola, seguida de la actividad urbana (10 %) y el resto para la actividad industrial; en lo que respecta al uso percapita del vital líquido en la entidad, se ha calculado que en promedio cada persona utiliza 300 litros aunque con 60 se cubrirían las necesidades elementales (Carmona 2009); el uso excesivo de este recurso ha provocado que los 180 pozos de la Región de Nealtican y Xoxtla sean insuficientes para abastecer los más de dos millones de habitantes que tiene la ciudad (Carmona 2009).

El crecimiento demográfico ha traido como consecuencia una lista de problemas relacionados con el uso del agua como son las descargas de aguas negras, la sobreexplotación de acuíferos y la deforestación, que han dado como resultado: a) una disminución en la calidad del agua, b) la eutrofización de cuerpos de agua debido al alto contenido de materia orgánica c) pérdida del caudal de ríos y arroyos y d) azolvamientos de drenajes naturales. Son impactos que no sólo afectan a las actividades humanas sino también a las comunidades de plantas y animales que se abastecen del vital liquido (CNA 2003).

La mayoría de los principales ríos están contaminados, ya que sus afluentes traen agua limpia proveniente de manantiales y aguas negras no tratadas de usos municipales, industriales, diversos comercios, de servicios, usos agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso (Silva *et al.* 2002). Esta contaminación es considerada de gravedad, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM127–SSA1–2000) (DOF 2000), por lo que urge tomar medidas drásticas y desarrollar estrategias de prevención.

Esta situación demanda llevar a cabo acciones administrativas orientadas a una política sobre el agua como un recurso limitado ante necesidades múltiples, ya que millones de personas, y en general todas las especies, dependemos de los servicios ecosistémicos de las cuencas hidrológicas, contribuyendo de manera directa a la salud de los sistemas ecológicos; se requiere de la asignación eficiente de agua por medio de una valoración de los diferentes usos a los que puede dedicarse este recurso, de tal manera que se permita a la sociedad conocer en qué actividades se puede usar la misma, así como la gestión para la promoción en la distribución equitativa de los costos y beneficios, la eficiencia, sostenibilidad, legitimidad, responsabilidad, descentralización y participación del líquido, que permita obtener los mayores beneficios económicos, tanto para las actividades humanas, como para la estimación del valor económico de los ecosistemas.

## Usos para acuacultura y pesca

*Salvador Romero Castañón, Antonio Fernández Crispín, Hugo R. Molina Arroyo, Bernardino Pérez Rentería y Emiliano Vázquez García*

El estado de Puebla posee gran diversidad de fauna dulceacuícola, debido a la conjunción de varios factores como la gran variedad en la geografía física, la adaptación de varios grupos marinos a corrientes de agua dulce y la presencia de grandes sistemas de lagos que han favorecido el desarrollo de cuerpos de agua (De la Vega 2003).

Los peces dulceacuícolas de Puebla tienen su origen en familias originarias tanto de Norteamérica (Cyprinidae, Catostomidae, Ictaluridae) como de Centro y Sudamérica (Characidae, Poeciliidae, Cichlidae) (Fernández com. pers.). En el estado predomina la cuenca del río Balsas y sus afluentes, en donde actualmente existen 21 especies ícticas pertenecientes a 8 familias y 16 géneros, cuatro de las cuales son endémicas (19 %), cuatro nativas (19 %) y trece exóticas (62 %). La especie representativa es un cíclido endémico llamado mojarra criolla (*Cichlasoma istlanum*) (De la Vega 2003).

El consumo per cápita de productos pesqueros en México es de alrededor de 10.7 kg y en el estado de Puebla es de 2.95 kg, este consumo es considerado como rezago, la entidad ocupa el segundo lugar nacional en producción de trucha arcoiris, con la participación de más de 60 unidades de producción (Figura 6.3), dentro de las cuales se encuentra la granja más grande del país. Las principales cadenas productivas del estado en materia de acuacultura son: trucha, tilapia, carpa, bagre, acamaya, caracol, langosta, camarón, acocil, ajolote, almeja perla de río, rana toro, lobina y pescado blanco (SDR 2007). La mayoría de estas especies son introducidas, por lo que se considera que conllevan numerosos riesgos, entre los que destacan la alteración del hábitat de las especies nativas, su depredación y, en algunos casos, la transmisión de enfermedades por medio de hongos y bacterias; además de la

**Figura 6.3** Granja piscícola en Puebla.

presión que ya tienen estas especies autóctonas por factores como la destrucción del hábitat, la desecación de cuerpos de agua y la degradación de la calidad del agua por actividades agrícolas, forestales, industriales y domésticas (De la Vega 2003).

La última estadística oficial disponible del sector, indica que la producción total acuícola y pesquera del Estado en el año 2006 es del orden de 5 286 toneladas, destinadas casi en su totalidad para consumo humano directo (Gaspar-Dillanes 2005).

El volumen principal reportado corresponde a carpa producida en presas y represas, que en algunos casos se origina mediante programas de resiembra. El Cuadro 6.1 muestra las diferentes actividades de acuacultura y pesca en el estado, además de los municipios y la producción obtenida anualmente.

La actividad pesquera en el estado se realiza principalmente en granjas piscícolas, aunque también hay actividades deportivas con el aprovechamiento de especies como la lobina, trucha y mojarra, principalmente.

El establecimiento de estas granjas con especies exóticas genera un riesgo potencial para las poblaciones de especies ícticas nativas, agregándosele también las actividades antropogénicas. Existen especies que se encuentran en peligro de extinción por la introducción de especies exóticas. Es particularmente preocupante la situación de los aterinidos de la región oriental de Puebla y de la laguna de Almoloya en Chignaguapan. *Menidia ferdenbueni* está siendo desplazada por truchas, carpas y poecilidos; *Menidia alchichica lethol*epis y *Menidia alchichica squamata* por truchas. También hay algunas afectaciones por disminución de los mantos freáticos, por obras de infraestructura que alteran los flujos naturales del agua y por la sobrepesca de algunas especies, principalmente de aquéllas que viven en ríos con lechos rocosos donde los peces se esconden y para pescarlos se usan venenos, explosivos o descargas eléctricas (Fernández com. pers.).

Es necesario plantear estrategias de conservación de los cuerpos de agua de la entidad, que conduzcan a la protección de la calidad del agua y del hábitat, favoreciendo así la flora y la fauna dulceacuícola; además se requiere de la generación de una normatividad que regule la explotación de actividades relacionadas con el manejo de estos sistemas.

**Cuadro 6.1** Acuacultura y pesca con sus respectivas producciones anuales por municipio, en el estado de Puebla.

| Especie | Producción anual | Municipios |
|---|---|---|
| Trucha | 866.31 T | Sta Rita Tlahuapan<br>Zacatlán<br>Huauchinango<br>Chignahuapan<br>Chilchotla<br>Quimixtlán<br>Atlixco<br>Zacapoaxtla<br>Calpan<br>Teziutlán<br>Tianguismanalco |
| Tilapia | 745.58 T | Jolalpan<br>Teotlalco<br>Chietla<br>Izúcar de Matamoros<br>Piaxtla<br>Tecomatlán<br>Tehuitzingo<br>Cuayuca de Andrade<br>Hueytamalco<br>Ayotoxco de Guerrero |
| Carpa | 3,617.63 T | Aquixtla<br>Chignahuapan<br>Tetela de Ocampo<br>Atlixco<br>Ixtacamaxtitlan<br>San Martín Texmelucan<br>Chietla<br>Chiautla de Tapia<br>Vicente Guerrero<br>Zoquitlan |
| Bagre | 12.6 T | Jolalpan<br>Teotlalco<br>Chiautla de Tapia<br>Chietla<br>Cuayuca de Andrade<br>Coatzingo |
| Acamaya | No determinada | Tenampulco<br>Hueytamalco<br>Cuetzalan del Progreso<br>Ayotoxco de Guerrero<br>Pahuatlán<br>Francisco Z. Mena<br>Pantepec<br>Venustiano Carranza<br>Jalpan<br>Xicotepec |
| Caracol Tegogolo | 100 Kg | Teziutlán<br>Chietla<br>Atlixco |

*Continúa cuadro 6.1*

| Especie | Producción anual | Municipios |
|---|---|---|
| Langosta | 500 Kg | Coatzingo<br>Jolalpan<br>Chietla<br>Izúcar de Matamoros<br>Piaxtla<br>Tecomatlán |
| Camarón | 9.5 T | Jolalpan<br>Zapotitlán Salinas |
| Acocil | 1 T | Huauchinango<br>Zacatlán<br>Chignahuapan<br>San José Chiapa<br>Quimixtlán<br>Santa Rita Tlahuapan<br>Tecomatlán<br>Jolalpan<br>Izúcar de Matamoros |
| Ajolote | 50 Kg | Aljojuca<br>Tlachichuca<br>Zacatlán<br>Chignahuapan |
| Almeja Perla de Río | No Determinada | Tecomatlán<br>Jolalpan<br>Chiautla de Tapia<br>Huehuetlán El Chico<br>Chietla<br>Izúcar de Matamoros<br>Tlapanala<br>Xicotepec<br>Hueytamalco |
| Rana Toro | No Determinada | Xicotepec<br>Hueytamalco<br>Tecomatlán<br>Chiautla de Tapia<br>Huehuetlán El Chico<br>Jolalpan<br>Izúcar de Matamoros<br>Tlapanalá |
| Lobina | 24 T | Piaxtla<br>Tepexco<br>Atlixco<br>Puebla<br>Chietla<br>Epatlán<br>Guadalupe Victoria |
| Pescado Blanco | 21 T | Vicente Guerrero<br>Chignahuapan |

*Fuente: SDR, Gobierno del Estado de Puebla, 2007*

## Manejo del suelo en Puebla

*Yosaira Pérez Hernández y Ma. Concepción López Téllez*

Los suelos constituyen uno de los recursos naturales de mayor importancia para la población, por lo que su degradación constituye un grave problema.

En la actualidad, alrededor del 90 % de los suelos en México presenta distintos grados de erosión, producto del mal manejo como consecuencia de realizar practicas no óptimas al uso natural de este (Quesada 2009). Para el caso particular de Puebla la mayoría de las estimaciones sobre el estado actual de los suelos son de carácter cualitativo y no existe una metodología estandarizada ni criterios uniformes (Ruiz *et al.* 1998).

Determinar y valorar la magnitud de la erosión es importante para poder planificar y proyectar las medidas que permitan cuidar los suelos; para evaluar su magnitud se debe considerar factores ecosistémicos como el clima, vegetación, tipo y características de los suelos, topografía y uso del suelo. Sin embargo, la determinación, la valoración y planificación del cambio del uso suelo constituyen una tarea difícil y laboriosa (Ruiz *et al.* 1998).

A nivel nacional, la pérdida del suelo se da principalmente por la erosión hídrica (56 %), la erosión eólica (28 %), por degradación química (12 %) y por degradación física (4 %). La ausencia de una política agraria con énfasis en el cuidado y conservación de los suelos y su entorno, ha acelerado los procesos erosivos en muchas regiones del país y como consecuencia, la desertificación (Mier y Reyes 1994).

En el estado, las áreas boscosas han experimentado un daño grave, debido principalmente a la tala indiscriminada, la sustitución de la vegetación natural para la ganadería y la agricultura (Figura 6.5), el sobrepastoreo, la extracción de leña, la industria, la urbanización, y el uso de tecnologías no aptas aplicadas en ecosistemas frágiles (Villegas-Soto *et al.* 1997, Mier y Reyes 1994, Cardy 1994, Ruiz *et al.* 1998, Careaga, *et al.* 2004, Alvarado *et al.* 2006).

Se requiere de la generación de alternativas sustentables del uso y manejo del suelo, con el fin de evitar cultivos agrícolas en zonas con pendientes abruptas y desarrollar en las áreas con menos pendientes un programa de capacitación agrícola en el que se tengan en cuenta las condiciones naturales del entorno, así como rescatar el manejo tradicional sustentable.

**Figura 6.4** Uso del suelo para la agricultura (Foto: Concepción López).

Además, es importante realizar obras y prácticas de conservación del suelo en áreas degradadas así como fomentar el uso de fertilizantes orgánicos, evitar prácticas no aptas como la tala y desmonte desmedido, las quemas no controladas, la contaminación por productos químicos, entre las más importantes. Se trata de actividades que deben de ser orientadas y financiadas por los gobiernos municipales, estatales y federales, instituciones científicas, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas que estén bien orientadas y canalizadas a la planificación del uso del suelo de acuerdo a su aptitud natural (Villegas-Soto *et al.* 1997, Mier y Reyes 1994, Ruiz *et al.* 1998, Careaga, *et al.* 2004, Alvarado *et al.* 2006).

## Uso agrícola

*Salvador Romero Castañón y Bernardino Pérez Rentería*

El 28 % de la superficie poblana es utilizada para la siembra de cultivos en sus diferentes ciclos y modalidades (temporal, nómada y riego). La agricultura de temporal se desarrolla en lugares con topografías muy variadas, que van desde las partes planas de los valles, hasta lugares con pendientes pronunciadas que forman parte de la sierra, así como en lomeríos y grandes llanos. La agricultura nómada se realiza en terrenos poco propicios, con fuertes pendientes, suelos pedregosos y poco profundos. Esta actividad es básicamente una agricultura de subsistencia, donde se tumba y se

quema la vegetación natural, para dedicar el terreno a la siembra durante algunas temporadas, hasta que se agota el suelo. La agricultura de riego se localiza en una pequeña porción de la Sierra Norte, en la provincia del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur; sobre terrenos planos y lomeríos ramificados, en climas cálido húmedos, semisecos y secos, en suelos de muy diversos tipos (López-Olguín 1994).

La diversidad de condiciones agroclimatológicas del estado permite que sean cultivadas una gran variedad de especies agrícolas, del orden de 108 cultivos. El Cuadro 6.2 muestra las superficies sembrada y cosechada, el volumen y el valor de la producción agrícola por tipo de cultivo, así como los principales cultivos agrícolas para el año 2007.

**Cuadro 6.2** Cifras de Estadística Agrícola Estatal del año 2007. Se muestra la superficie sembrada y cosechada, volumen y valor de producción agrícola por tipo de cultivo y principales cultivos agrícolas.

| Tipo de Cultivo | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Volumen (tons) | Valor (Miles de pesos) |
|---|---|---|---|---|
| Cultivos cíclicos | 809 482 | 721 404 | NA | 5 976 825 |
| Cultivos perennes | 155 124 a/ | 152 045 b/ | NA | 2 752 207 |
| Maíz Grano | 591 213 | 510 570 | 942 316 | 2,519 964 |
| Caña de Azúcar | 13 528 | 13 528 | 1 633 014 | 711 442 |
| Café Cereza | 74 322 | 74 321 | 256 399 | 691 946 |
| Alfalfa Verde | 17 255 | 17 255 | 996 893 | 369 844 |
| Gladiola (gruesa) | 1 073 | 1 073 | 1 104 875 | 361 469 |
| Frijol | 71 471 | 70 158 | 47 325 | 350 508 |
| Plantas de Ornato (Planta) | 547 | 434 | 2 727 540 | 245 556 |
| Cebolla | 3 087 | 3 085 | 56 521 | 177 646 |
| Papa | 3 924 | 3 657 | 59 061 | 172 621 |
| Tomate Verde | 5 208 | 5 126 | 54 012 | 168 197 |
| Calabacita | 4 546 | 4 490 | 52 471 | 167 070 |
| Elote | 14 088 | 14 088 | 135 507 | 160 465 |
| Zanahoria | 2 594 | 2 588 | 66 882 | 158 646 |
| Naranja | 17 030 | 16 326 | 169 346 | 151 340 |
| Tomate Rojo (Jitomate) | 934 | 927 | 17 523 | 139 632 |
| Resto de los cultivos cíclicos | 111 345 | 105 643 | NA | 1 600 606 |
| Resto de los cultivos perennes | 32 443 | 30 181 | NA | 582 078 |
| **Total** | **964 606** | **873 449** | **NA** | **8 729 033** |

*Fuente: SAGARPA. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera 2007*
*Nota: Desde el punto de vista estadístico, el año agrícola es el periodo de dieciocho meses que resulta de la adición de las siembras y cosechas que se realizan en los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano, y de las cosechas de productos de cultivos perennes. Comprende el periodo octubre-diciembre de un año, más el siguiente completo y los meses enero-marzo del año subsecuente.*
*La suma de los totales puede no coincidir debido al redondeo de cifras.*
***a/*** *Se refiere a superficie plantada que comprende la plantada en el año agrícola de referencia, la plantada en desarrollo y la plantada en producción.*
***b/*** *Se refiere únicamente a la superficie plantada en producción.*

Existe una gran diversidad de cultivos agrícolas, producidos en su mayoría de forma tradicional, sin embargo, las altas poblaciones de plagas y enfermedades que presentan actualmente los cultivos han generado el uso indiscriminado de agroquímicos, mal uso de fertilizantes y nutrientes, semillas de mala calidad, generando deterioros en los ecosistemas, contaminación en suelos, agua, aire y alimentos, traslape de generaciones y alta presión de selección, generando así el incremento de plagas y enfermedades de cultivos.

Por lo tanto, es necesario recuperar el manejo tradicional y generar nuevas técnicas que se consideran apropiadas para el manejo sustentable del suelo cultivado, tales como bordos a nivel en contorno en zanjas aguas arriba, la labranza de conservación, el cultivo en callejones, la agroforestería, y el uso de la terraza de muro vivo, que se utiliza ya en algunos sitios del municipio de Tehuacán.

## Uso ganadero

*Salvador Romero Castañón, Jorge E. Hernández Hernández y Oscar A. Villarreal Espino Barros*

El uso del suelo por parte de la ganadería en Puebla se da básicamente por sistemas pastoril bovino (Rapo 1997), dividido en sistemas extensivos, sistemas de estabulación parcial o total y sistemas mixtos (Hernández, 2000). El Cuadro 6.3 nos muestra las diferentes especies pecuarias en el estado de Puebla, con sus producciones anuales y los principales municipios donde se llevan a cabo estas explotaciones.

Existe una gran diversidad de especies nativas de las que se aprovecha el ganado, 28 plantas (70 %) corresponden al tipo arbóreo y las 12 restantes corresponden al tipo arbustivo (30 %), 20 % brindan frutos naturales que son comestibles tanto para el hombre como para los caprinos, el 60 % tienen uso maderable, el 17.5 % son medicinales y por último, el 12.5 % tienen uso industrial (Hernández *et al.* 2005). Del total, 24 especies leñosas son endémicas (60 %) (Hernández-Hernández 2006).

El pastoreo del ganado bovino tiene un profundo costo ecológico, que puede resumirse en la alteración de la composición de especies de una comunidad biológica, interferencias en el funcionamiento de los ciclos de nutrientes y en la sucesión vegetal, así como alteraciones de la estructura del ecosistema.

Debido a esta problemática se puede adoptar alternativas para disminuir el impacto sobre el ecosistema, tales como explotación de ganado con doble propósito el cual deteriora menos el ambiente,

**Cuadro 6.3** Especies pecuarias con sus respectivas producciones anuales en los principales municipios del estado de Puebla

| Especie | Producción anual y/o inventario | Municipios |
|---|---|---|
| Bovino carne | 32 579 T | Huauchinango<br>Tepeca<br>Tepeyahualco<br>Juan N. Méndez<br>Tehuacán<br>Francisco Z. Mena<br>La Fragua<br>Jopala<br>San Salvador El Seco<br>Huehuetlán El Chico |
| Ovino carne | 273 000 kg<br><br>878 300 cabezas | Tlacotepec de B. Juárez<br>Zacatlán<br>Oriental<br>Libres<br>Tetela de Ocampo<br>Chalchicomula de Sesma<br>Tecamachalco<br>Tepeaca<br>Ixtacamaxtitlán<br>Puebla |

*Continúa cuadro 6.3*

| Especie | Producción anual y/o inventario | Municipios |
|---|---|---|
| Caprino carne | 3 466 T<br><br>1 487 136 cabezas | Zacapala<br>Santa Inés Ahuatempan<br>Palmar de Bravo<br>Tlacotepec de B. Juárez<br>Tepanco de López<br>Atexcal<br>Ixcaquixtla<br>Acatzingo<br>Molcaxac<br>Juan N. Méndez |
| Porcinos | 7 782.303 T | Atlixco<br>Puebla<br>Tepeaca<br>Huejotzingo<br>San Andrés Cholula<br>Tepeyahualco<br>Palmar de Bravo<br>Tecamachalco<br>Tepanco de López<br>Tlacotepec de B. Juárez |
| Conejos | 290 T | Puebla<br>San Martín Texmelucan<br>Cholula<br>Teziutlán<br>Chignahuapan<br>Zacatlán<br>Tepeyahualco<br>Juan C. Bonilla<br>Atlixco |
| Cerdo pelón mexicano | No determinada | Hueytamalco<br>Tenampulco<br>Ayotoxco de Guerrero<br>San José Acateno<br>Cuetzalan<br>Jopala<br>Tuzumapan de Galeana<br>Ixtepec<br>Zapotitlán de Méndez<br>Huitzilán de Serdán |
| Búfalo de agua | No determinada | Venustiano Carranza<br>Chiautla de Tapia<br>Ayotoxco de Guerrero |
| Avestruz | No determinada | Puebla<br>San Pedro Cholula<br>San Nicolás de los Ranchos<br>Domingo Arenas<br>Tochtepec<br>Atlixco<br>Libres<br>Acatlán de Osorio<br>Xicotepec<br>Santa Rita Tlahuapan |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 6.3*

| Especie | Producción anual y/o inventario | Municipios |
|---|---|---|
| Aves | 155 280 T (carne)<br><br>455 106 T (huevo para plato) | Acatlán<br>Tehuacán<br>Huitziltepec<br>Izúcar de Matamoros<br>Oriental<br>Altepexi<br>Atoyatempan<br>Palmar de Bravo<br>Quecholac<br>Ahuatempan |
| Guajolote | 142 281 T | Atlixco<br>Puebla<br>Tecamachalco<br>Tochtepec<br>Coyomeapan<br>San Gabriel Chilac<br>Tehuacán<br>Chignahuapan<br>Ixtacamaxtitlán<br>Tetela de Ocampo<br>Zacatlán |
| Pato | No Determinada | Atlixco<br>San Pedro Cholula<br>Puebla<br>Oriental<br>Libres<br>Chignahuapan<br>Zacatlán<br>Aquixtla<br>Ahuazotepec<br>Tezuitlán |
| Ganso | No Determinada | Atlixco<br>San Pedro Cholula<br>Puebla<br>Oriental<br>Libres<br>Chignahuapan<br>Zacatlán<br>Aquixtla<br>Ahuazotepec<br>Teziutlán |
| Bovino leche | 367 922 000 L | Tecamachalco<br>Tecali de Herrera<br>Tochtepec<br>Palmar de Bravo<br>Tlacotepec de B. Júarez<br>Ocoyucan<br>Tepanco de López<br>San Matías Tlalancaleca<br>Tlaltenango<br>Atoyatempan |

*Continúa cuadro 6.3*

| Especie | Producción anual y/o inventario | Municipios |
|---|---|---|
| Caprino leche | 1 412 000 L | Zacapala<br>Santa Inés Ahuatempan<br>Palmar de Bravo<br>Tlacotepec de B. Júarez<br>Tepanco de López<br>Atexcal<br>Ixcaquixtla<br>Acatzingo<br>Molcaxac<br>Juan N. Méndez |
| Chinchilla | No determinada | Puebla |
| Ovino lana | 2 589 000 kg lana<br><br>878 300 cabezas | Chignahuapan<br>Zacatlán<br>Tetela de Ocampo<br>xtacamaxtitlán<br>Ahuazotepec<br>Tlatlauquitepec<br>Huauchinango<br>Xiutetelco |
| Codorniz | No determinada | San Pedro Cholula<br>Libres<br>Teotlalco<br>Chignahuapan<br>Cohuecán<br>Ahuazotepec<br>Oriental<br>Huehuetlán El Chico<br>Zacatlán |
| Abejas | 3 048 T de miel<br><br>100 000 Unidades | Acatlán de Ososrio<br>Palmar de Bravo<br>Acatzingo<br>Puebla<br>Amozoc<br>Tepeyahualco<br>Atlixco<br>Atzitzihuacán<br>Cholula<br>San Salvador El Seco |
| Abeja melipona | De medio a un litro de miel anual | Cuetzalan<br>Teziutlán<br>Francisco Z. Mena<br>Pantepec<br>Tepexco<br>Hueytamalco<br>Zapotitlán de Méndez<br>Tlatlauquitepec<br>Guadalupe<br>Zoquiapan |

*Fuente: SDR y Gobierno del Estado de Puebla 2007*

implementación de ganadería diversificada como ya se está realizando en algunas zonas de la Mixteca Poblana y con el aprovechamiento de fauna silvestre en conjunto con el ganado domestico (Villarreal 2006); este esquema se puede complementar con sistemas agrosilvopastoriles.

## Sistemas agrosilvopastoriles

*Francisco J. Franco Guerra, Jorge E. Hernández Hernández, Oscar A. Villarreal Espino Barros, Julio C. Camacho Ronquillo y Salvador Romero Castañón.*

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos y palmas) son utilizadas en asociaciones deliberadas con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal (CATIE 1986).

El sistema agrosilvopastoril agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación de un componente leñoso (forestal), con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones ecológicas o económicas (Nair 1989); el componente vegetal proporciona madera para combustible y el forraje protege el suelo y a los animales (Sansoucy 1995).

Un ejemplo exitoso de agroforestería en el estado de Puebla es el de Zihuateutla , en donde se tiene un sistema de café-bracatinga (*Mimosa scabrella*), que ha demostrado que la producción es rentable y que la bracatinga es el elemento que da más apoyo por sus bajos costos de producción y altos beneficios (Cervantes Carrillo *et al.* 1998).

La Mixteca Poblana cuenta con una riqueza natural de plantas arbóreas y arbustivas, muchas de ellas pertenecientes a la familia de las leguminosas (Rzedowsky 1994, Hernández-Hernández 2006). Estas leñosas son ramoneadas por los caprinos bajo el sistema de pastoreo extensivo sedentario y trashumante. Este manejo pastoril tendrá que ser sustentado mediante los distintos modelos de agroforestería para favorecer las unidades de producción familiar caprinas (UPF) en la región (Figura 6.5) (Franco 1999, Hernández *et al.* 2004). Una de las ventajas durante la época de seca, aunque en menor proporción, es la cantidad disponible de biomasa arbóreo-arbustiva perenne con potencial forrajero utilizado por los caprinos y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y en menor medida por otros herbívoros como equinos, bovinos y ovinos, pero muy trascendente el resto del año (Franco *et al.* 2005, Hernández-Hernández 2006, Villarreal 2006). De una existencia de más de 200 árboles y arbustos correspondientes a la cuenca alta del río Balsas, se realizaron una serie de estudios de identificación, clasificación taxonómica, fenología y uso forrajero de la selva baja caducifolia ubicada en el municipio de Piaxtla. Los resultados obtenidos en relación a los hábitos alimentarios del ganado caprino y el venado cola blanca, muestran 40 y más de 100 especies de

**Figura 6.5** Sistema agrosilvopastoril en la Mixteca Poblana (Foto: Jorge Hernández Hernández).

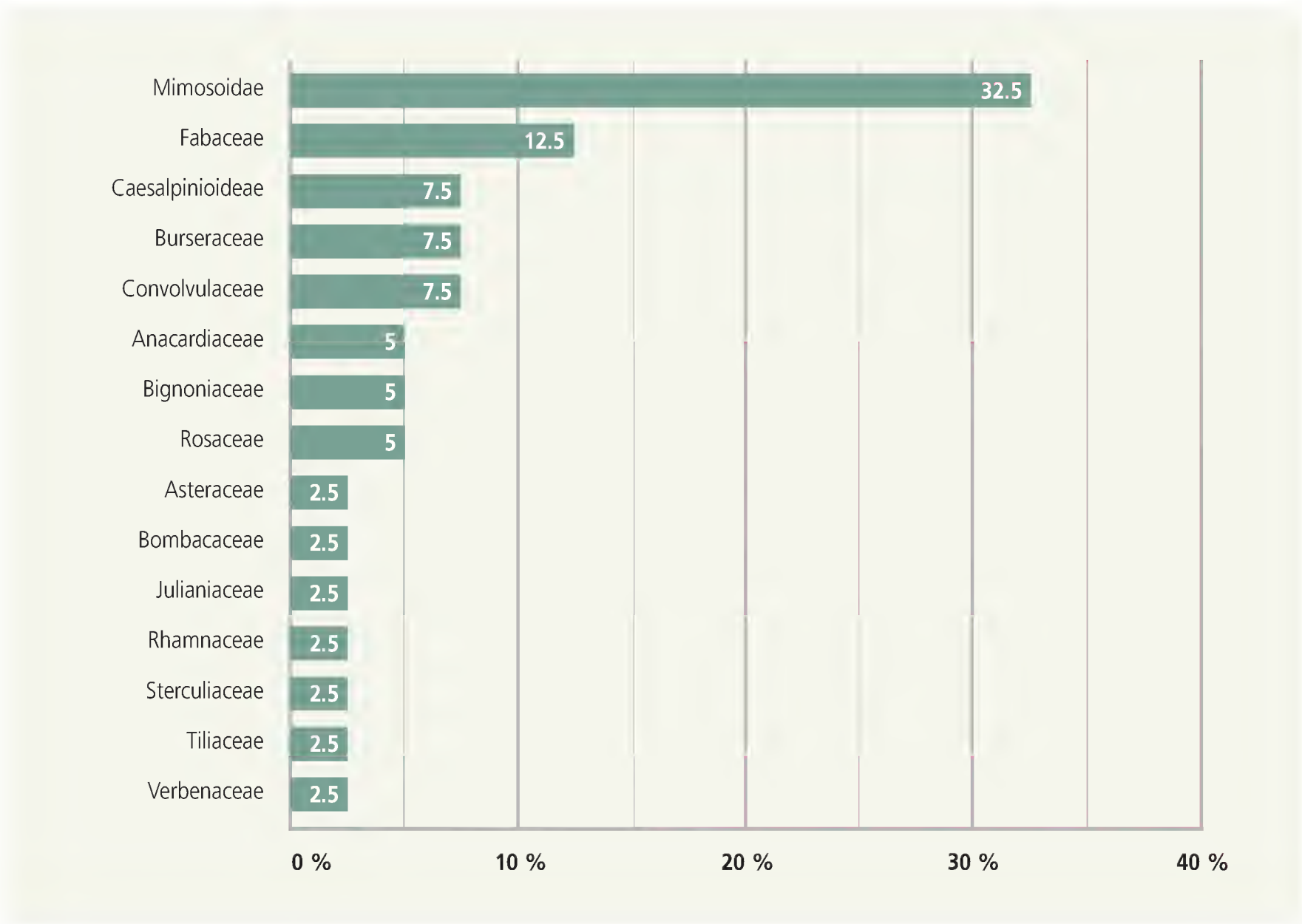



**Figura 6.6** Porcentaje importante de taxones de familias de las plantas arbóreo-arbustivo que consumen los caprinos en las comunidades de Tehuaxtla y Maninalcingo.

leñosas consumidas respectivamente. De las 40 especies seleccionadas por los caprinos, el 52.5 % lo constituyen el grupo de las leguminosas (32.5 % conciernen a la familia Mimosoidea, el 12.5 % a la familia Fabaceae y el 7.5 % a la familia Caesalpinioideae), las familias Burseraceae y Convolvulaceae representan el 7.5 % cada una y en menor proporción, las familias restantes como se aprecia en la Figura 6.6.

## Pagos por servicios ambientales

*Ma. Concepción López Téllez y Bromio García Sierra*

Anteriormente, se ha discutido la importancia y estado actual de los servicios ambientales a nivel mundial; dadas estas tendencias, cabría preguntarnos: ¿Qué pasaría si existiera una manera de determinar el valor de los servicios ambientales que proveen estos ecosistemas y después alentar a los beneficiarios a participar para restaurar y mantener los flujos de estos servicios? ¿Tal perspectiva podría crear un incentivo para la restauración y la conservación?

La lógica de conservación económica de los recursos naturales es sustentada por muchos mercados formales e informales que actualmente comercian en las reducciones de gases de efecto invernadero, manglares, contaminación del agua y hábitats de especies amenazadas alrededor del mundo, por ejemplo. En efecto, todos los diversos esquemas que se destacan en este trabajo se sustentan en una simple premisa: los servicios ambientales tienen un valor económico cuantificable que, en consecuencia, pueden ser comunicados para atraer inversiones y prácticas de restauración y mantenimiento. Algo similar sucede con los acuerdos de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en cualquier lugar donde las empresas,

agencias del sector público y organizaciones no lucrativas, han tomado un interés activo en hacer frente a cuestiones ambientales particulares. Estos esquemas proporcionan una nueva fuente de ingresos para el manejo de la tierra, la restauración y las actividades de conservación (Wunder 2006).

La pérdida de los servicios ambientales, a pesar de su importante valor, es fácil de explicar: los dueños de las tierras, al no recibir normalmente ninguna compensación por los servicios ambientales que generan sus parcelas y bosques, carecen de motivación económica para tomar en cuenta esos servicios cuando deciden cómo usarlos. El concepto de pagos por servicios ambientales, es un concepto que se incorpora en el país en el año 2003, como un modelo nuevo para promover la conservación directamente con los dueños de las tierras para que reciban una motivación económica por el cuidado del bosque (Figura 6.7) (Bishop y Landell-Mills 2003, CONAFOR 2007).

En el estado de Puebla, desde hace algunos años se ha implementado el pago por servicios ambientales, que tiene como objetivos contribuir a la conservación y protección de los bosques mediante el apoyo económico a sus propietarios, así como el promover y desarrollar esquemas de mercado en las comunidades rurales, principalmente (CONAFOR 2009). Este programa inició con el pago de servicios ambientales hidrológicos, en una superficie de 5 585 ha, que representan el 0.16 % de la superficie estatal. Sin embargo, desde el 2003 hasta el 2008, se ha incrementado la superficie bajo apoyo, y categorías como captura de carbono, biodiversidad y mejoramiento de sistemas agroforestales, sumando un total de 138 comunidades apoyadas y una superficie de 72 451.61 ha, dando un total del 2.11 % de la superficie de la entidad (Cuadro 6.4) (CONAFOR 2009).

El pago por servicios ambientales es entonces una herramienta política, técnica y financiera para la conservación de los ecosistemas y los servicios que ofrecen; su establecimiento permitirá la protección y regeneración de la cubierta boscosa de la entidad poblana. Aunque es una iniciativa que solo tiene seis años de implementarse en Puebla, la superficie apoyada no ha logrado tener el efecto esperado en la disminución de la pobreza en las zonas rurales e incremento de una mayor superficie a conservar; sin embargo, en las comunidades donde se

**Figura 6.7** Ejido Miguel Hidalgo y Costilla, Municipio de Tlachichuca, incorporado al programa de servicios ambientales hidrológicos (Foto: Concepción López Téllez).

**Cuadro 6.4** Situación actual del pago por servicios ambientales 2003-2008 para el estado de Puebla.

| Año | Comunidades Beneficiadas | Hectáreas |
|---|---|---|
| 2003 | 19 | 5 585.84 |
| 2004 | 59 | 30 302.71 |
| 2005 | 16 | 3 862.26 |
| 2006 | 5 | 1 249.93 |
| 2007 | 21 | 23 625.25 |
| 2008 | 18 | 7 825.62 |
| **Total del estado** | **138** | **72 451.61** |

*Fuente: CONAFOR 2009*

ha implementado se ha tenido experiencias positivas con grupos sociales que han facilitado el desarrollo de nuevas prácticas y conocimientos sobre el manejo comunitario del bosque para permitir la restauración de la biodiversidad degradada (CONAFOR 2009).

## Turismo de naturaleza

*Jorge A. Cebada Ruiz, Ma. Concepción López Téllez y Beatriz Herrera López*

Cuando se habla de desarrollo turístico sustentable, muchos piensan en función de la moda de un segmento del mercado, es decir, hacer actividades al aire libre, y también en función de ello se adecuan servicios y se crean conceptos como el de "oferta diferenciada de servicios"; lo cierto es que el tema obedece a una problemática con más fondo que forma y, desde la perspectiva de la esfera pública, es aún más complicado virar hacia otro modelo de desarrollo de la actividad turística. Sin duda, la participación es un proceso que debe darse para lograr cambios estructurales, siendo dos actores los importantes en este proceso: gobierno y sociedad. Se ha tomado en cuenta el desarrollo y planificación como proceso de pensamiento y acción de proyección a futuro, además de los procesos normativos estratégicos para el desarrollo (SECTUREP 2007).

Otro concepto importante en la consecución del desarrollo turístico sustentable es resaltar "la participación", mediante dos formas básicas: en primer lugar, la que genera la toma de decisiones por parte de la población en asuntos de interés general (elecciones, plebiscito, referéndum, así como Consejos de Desarrollo en los gobiernos locales) y, en segundo lugar, las prácticas sociales y políticas que se producen en agrupaciones de distinto tipo en el ámbito social, con intereses y objetivos tan heterogéneos como los propios grupos. De esta forma se puede observar involucrados en actividades sociales a grupos con intereses específicos relativos a necesidades de un sector particular. En la toma de decisiones para gestionar o para obtener respuesta a problemas particulares, la participación es vista como un proceso que incluye dos actores centrales: el gobierno y la sociedad. De forma colectiva e individual es como se participa en el proceso de desarrollo turístico sustentable, política pública planteada por la Secretaría de Turismo del Gobierno del estado de Puebla, pero que sin la participación de todos los actores no será posible. La Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico señala que la participación tanto de hombres como de mujeres es el punto clave de un buen gobierno. La sociedad necesita estar informada y bien organizada: eso significa libertad de expresión (SECTUREP 2007).

De acuerdo a los lineamientos contenidos en el Programa Sectorial de Turismo 2005-2011 del Estado de Puebla, el objetivo fundamental es: *"Establecer las bases del desarrollo turístico del Estado, con lineamientos de sustentabilidad, a través de herramientas adecuadas de planeación que contribuyan*

*a identificar el potencial turístico de las regiones"*. Durante el 2007 se realizaron los trabajos para conformar el Programa de Turismo de Naturaleza 2007-2012 (SECTUREP 2007). En este proceso participaron 180 actores entre empresarios comunitarios, ejidales, particulares, clubes de deporte extremo y operadoras de turismo de naturaleza; actualmente se organizan los trabajos para la elaboración del Plan de Turismo de Naturaleza, documento que servirá de base para orientar las acciones correspondientes a este segmento de mercado y ordenar sistemáticamente esta actividad. El proceso de elaboración del plan contó con la asesoría y orientación de la Secretaría de Turismo Federal, a través de la Dirección de Turismo Alternativo y está respaldado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Participa en este proceso la Organización de Estados Americanos (OEA) a través de su oficina de Turismo y Competitividad.

El proceso se caracteriza por la activa participación de los actores involucrados en el turismo de naturaleza del estado y de otras regiones que inciden en el desarrollo de esta actividad; por primera vez se reunieron los directores de cuatro de las cinco Áreas Naturales Protegidas (ANPs) en Puebla: Parque Nacional Izta-Popo, Parque Nacional Pico de Orizaba, Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlán y Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa y, junto con otros actores, acordar el rumbo del turismo de naturaleza en Puebla discutiendo y acordando respecto de temas de promoción, comercialización, indicadores, operación y gobierno. Puebla es el primer estado en contar con esta herramienta de planificación a largo plazo (2020) y será referencia para otras entidades del país y de Latinoamérica.

El estado de Puebla presenta una combinación de características físicas, biológicas y culturales que lo hacen un lugar de importancia para desarrollar el turismo de naturaleza o turismo sustentable, en el que se atienden las necesidades de los turistas, mientras que se protege y se fomentan las oportunidades para las futuras generaciones; el turismo alternativo se concibe como un mecanismo hacia la gestión del manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, de tal manera que mediante la conservación de la biodiversidad sea posible satisfacer las necesidades económicas y sociales, respetando la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los servicios de sostenimiento de los ecosistemas (Ceballos-Lascurain 1991).

**Figura 6.8** Turismo de naturaleza en Tochmazintla, Municipio de Huatlatlauca (Foto: Berenice Ramírez).

Algunos casos donde ya se desarrolla el turismo de naturaleza en el estado de Puebla son la Sierra Norte, Tehuacán y la Sierra Mixteca (Figura 6.8), entre otras, y se han implementado principalmente por iniciativa de las comunidades, acompañadas de las autoridades federales, estatales y locales. Las comunidades, al tomar conciencia de los costos ambientales que conlleva la pérdida de la cubierta forestal, han desarrollado estrategias que permiten la recuperación de los suelos, la repoblación de los bosques y conservar los remantes naturales que existen, con el fin de incrementar la superficie de los boques y su aprovechamiento sustentable y con ello el desarrollo de actividades como el turismo de naturaleza, a manera de instrumento para el manejo de los ecosistemas, los recursos naturales y los servicios ambientales que aportan a las comunidades locales (Yanes 2009).

## EL PATRIMONIO FORESTAL DE PUEBLA Y SU PROBLEMÁTICA

*Salvador Romero Castañón*

El patrimonio forestal del estado de Puebla está representado por el 49.4 % del territorio estatal; de este porcentaje la aptitud forestal corresponde al 22.4 %, es decir 770 000 y 628 000 ha (18.25 %)

se encuentran perturbadas (Figura 6.9). En lo que respecta a las zonas forestales, en el estado es posible encontrar tres grandes ecosistemas: el templado-frío (bosques), el tropical (selvas) y las zonas áridas (árido y semiárido) (Mallén *et al.* 2005).

### Ecosistema templado-frío

Los usos más importantes que se da a las especies de estos bosques es para dos géneros: para el pino (*Pinus* spp.) del cual se obtiene: madera aserrada, productos celulósicos y contrachapados, postes y leña para combustible; y para el encino (*Quercus spp.*): madera aserrada, mangos de herramienta, lambrín, parquet, carbón y taninos (CONAFOR 2004, Mallén *et al.* 2005).

Los bosques de clima templado-frío poseen una enorme capacidad para generar beneficios sociales, económicos y servicios ambientales. Los bosques de Puebla presentan evidencias de perturbación e importante disminución en la calidad y superficie arbolada. Esto se debe principalmente al cambio del uso de suelo, incendios forestales, pastoreo intensivo y talas clandestinas que han provocado la fragmentación del bosque en una superficie estimada en 107 551 ha (CONAFOR 2004, Mallén *et al.* 2005).

### Ecosistema tropical

Los productos de la selva se utilizan en la industria maderera y en gran medida para fines de autoconsumo, como leña para combustible y para utensilios domésticos y artesanales. Las plantas arbustivas y pastos sirven como alimento para el ganado (CONAFOR 2004, Mallén *et al.* 2005).

La investigación sobre el uso de las especies tropicales es incipiente, sin embargo, se presume un gran valor ecológico en la conservación y formación de suelos, sustento de gran cantidad de especies vegetales y animales, así como en la regulación del flujo de agua. Los cambios de uso de suelo con fines agropecuarios han causado alteraciones y fragmentación de las selvas del orden de 32 358 ha (CONAFOR 2004, Mallén *et al.* 2005).

### Ecosistemas de zonas áridas

Los productos más comunes se consideran como no maderables: fibras, ceras, gomas, resinas, artesanías, plantas medicinales y comestibles, arbustos y pastos para alimento del ganado; se utilizan primordialmente para fines industriales y domésticos (CONAFOR, 2004, Mallén *et al.* 2005).

**Figura 6.9** Bosque de pino en el Volcán Iztaccíhuatl (Foto: Salvador Romero).

La vegetación árida incluye una gran diversidad de tipos, consecuencia de la variación de microambientes. Aunque por la condición de suelo y clima no son convenientes las prácticas agropecuarias, frecuentemente se realizan cambios del uso de suelo para una agricultura de baja producción y se presenta un pastoreo selectivo sobre las especies más apetecibles, que tienden a desaparecer con esta práctica, dando como resultado la alteración de las condiciones de la vegetación y provocando erosión de diferente grado en los suelos (CONAFOR 2004, Mallén *et al.* 2005).

### Situación de la actividad forestal

El área boscosa de Puebla abarca 770 000 ha, de las que 190 000 tienen potencial para el aprovechamiento forestal maderable. La CONAFOR (2004) reporta que sólo 84 mil ha se encuentran bajo manejo; de éstas, corresponde un 93.2 % a coníferas, 6.4 % a latifoliadas y un 0.4 % a otras especies. La superficie forestal del estado lo ubica en el vigésimo quinto lugar con relación al total nacional (Luna 1994). La superficie reforestada para la entidad en un período de once años (1993- 2003) se reportó en 75 706.30 ha, lo que representa sólo el 4.3 % del total nacional. En contraparte, de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal (2000), la tasa de deforestación anual para la entidad se estima en 10 012 ha, lo que sugiere que la superficie reforestada no es suficiente para contrarrestar y revertir el proceso.

El principal grupo botánico aprovechado son los pinos, ya que representa del 66 al 76 % del volumen total autorizado, seguido por el encino con el 10 al 18 % del total y por el oyamel que va del 6 al 15 %; en conjunto, los tres grupos representan el 94 % del total de la producción. Los municipios con mayor producción son Chignahuapan, Zacatlán y Tlatlauquitepec (Mallén *et al.* 2005).

## Aprovechamiento de recursos forestales no maderables

*Eunice Cuautle Hernández y Ma. Concepción López Téllez*

Los recursos forestales no maderables son una opción viable para el desarrollo de proyectos productivos que permitan a las comunidades rurales obtener ingresos y pueden servir como una estrategia de supervivencia. El aprovechamiento de estos recursos forestales es una actividad que ha pasado por épocas de auge y severas crisis, debido principalmente a la pérdida del mercado por sustituirlos por materiales sintéticos y la disminución de las poblaciones silvestres por la sobreexplotación. Aunado a ello, los campesinos poseedores de estos recursos no cuentan con una organización que les permita consolidar empresas rurales sustentables para la producción de estos productos, aunado a un atraso tecnológico, entre otros aspectos (García y Mendoza 1998).

Puebla es uno de los estados que posee una gran diversidad de usos de productos forestales no maderables, que desde épocas prehispánicas se han utilizado con fines culturales y con una gran importancia económica. Estas especies se definen como los bienes de origen biológico diferente a la madera, la leña y el carbón vegetal y los servicios que brindan a los ecosistemas. Los productos forestales no maderables presentan grandes potenciales de aprovechamiento futuro, ya que el formar parte de los ciclos productivos de los pueblos rurales realza su importancia. Representan una alternativa de mercado para las comunidades rurales de la entidad poblana; tal es el caso de la cera de candelilla, palma de soyate, papel amate, aceite de lináloe, hongos silvestres comestibles, flor de manita, resinas, chicle natural, figuras de madera, el uso de la palma, entre otros más (Cuadro 6.5 y Figura 6.10) (Barton y Merino 2004).

La mayoría de los productos derivados del uso de los recursos forestales no maderables derivan también del conocimiento tradicional de las comunidades rurales; se requiere de estudios específicos sobre el potencial de estos recursos naturales en la entidad poblana que permitan generar proyectos productivos derivados a empresas comunitarias, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus pobladores y la preservación de los recursos que les ofrecen los ecosistemas; también es necesario realizar investigación sobre el manejo tradicional y la recuperación de poblaciones silvestres, con la combinación de tecnologías propias para las regiones que caracterizan al estado de Puebla, junto con alternativas políticas del gobierno que coadyuven a la conservación de la biodiversidad.

**Cuadro 6.5** Lista de algunas especies forestales no maderables utilizadas en el estado de Puebla.

| Especies forestales no maderables | Nombre científico | Productos derivados |
|---|---|---|
| Palmilla (Palma, Yuca) | Yucca schidigera, macrocarpa, mohavensis | Bebidas, forrajero, industrial, comestible |
| Sotol (Sereque) | *Dasylirion* spp. | Cestería, farmacéutico, bebidas, forrajero, construcción |
| Cactáceas | Familia de las: Pereskiodeae, Maihuenioideae y Opuntioideae | Ornamental, comestible, forrajero, industrial |
| Jojoba | *Simmondsia chinensis* | Cera líquida, lubricante de maquinaria, comestible, ecológico, forrajero, peletería, medicinal |
| Gobernadora | *Larrea tridentata* | Medicinal, industrial, alimenticia, insecticida, saponífera |
| Damiana | *Turnera diffusa* | Bebidas, medicinal |
| Cortadillo | *Nolina cespitifera* | Artesanal, industrial. |
| Nopal | *Opuntia* spp. | Medicinal, comestible, forraje, industrial, cerco, substracto |

*Fuente: SEMARNAT 2005*
*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/70-zygop2m.pdf*

**Figura 6.10** Uso de la palma para construcción (Foto: Concepción López).

También es importante resaltar que el uso y aprovechamiento de los productos no maderables forestales implica la colecta de partes y derivados de los árboles que conforman los bosques, por lo que su aprovechamiento no implica la muerte de ningún individuo; este tipo de actividad tiene beneficios en los ecosistemas al remover partes y derivados, permitiendo una mayor producción de frutos o ramificaciones, enfocados desde un plan de manejo sustentable.

## Autorizaciones en el aprovechamiento forestal sustentable

*José Luis Huerta Vázquez*

El aprovechamiento del recurso forestal maderable, constituye una fuente de desarrollo muy importante para las comunidades, ejidos, dueños y/o poseedores de los mismos; de él derivan bienes y servicios tanto para la comunidad local como en lo colectivo; así, los beneficios como la generación de empleos y el alcance a los programas de apoyos gubernamentales contribuyen a mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales; no obstante, este desarrollo no puede desprenderse del concepto de sustentabilidad y gracias a que el bosque es un recurso renovable, su aprovechamiento, cultivo, conservación, protección y fomento constituyen el eje vertebral del desarrollo forestal sustentable.

Actualmente, el estado cuenta con una superficie bajo manejo forestal de 84 050 ha, con un volumen maderable autorizado de 3 684 424 $m^3$, distribuidos en 10 anualidades, lo que en promedio arroja una producción anual de 368 000 $m^3$. Esta producción deriva de un total de 1 233 autorizaciones de aprovechamiento forestal maderable, emitidas a la fecha por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Puebla (Huerta com. pers.).

Por lo anterior es evidente la derrama económica que la actividad forestal representa en las comunidades rurales del estado , pues de ello deriva también la importante función que se desempeña el sector industrial forestal, agregando valor a esa materia prima (Cuadro 6.6).

Respecto a la producción forestal no maderable, se tienen 21 avisos y permisos de aprovechamiento, de los que la extracción de musgo y heno sólo se realiza en la temporada navideña; estos avisos tienen una vigencia de un año.

El aprovechamiento de palma se está realizando principalmente en la zona de la Mixteca, en donde la vigencia de este tipo de permisos es de cinco años (Huerta com. pers.).

**Cuadro 6.6** Cifras de producción maderable en el estado

| Región | Número | Superficie (ha) | Volumen ($m^3$ RTA) |
|---|---|---|---|
| Cholula | 25 | 11 111.660 | 504 645.145 |
| Cd. Serdán | 90 | 9 649.947 | 319 941.731 |
| Huauchinango | 66 | 2 994.044 | 92 614.045 |
| Izúcar de Matamoros | 8 | 9 775.848 | 32 799.074 |
| Tehuacán | 28 | 9 314.152 | 169 530.238 |
| Teziutlán | 299 | 8 752.386 | 607 136.815 |
| Zacatlán | 717 | 32 452.073 | 1 957 756.998 |
| **Total** | **1 233** | **84 050.111** | **3 684 424.046** |

*Fuente: SEMARNAT 2009*

**Cuadro 6.7** Cifras de producción no maderable en el estado

| Especie | Número | Superficie (hectáreas) | Volumen (toneladas) |
|---|---|---|---|
| Heno | 7 | 743.737 | 1 149.235 |
| Musgo | 6 | 1 325.592 | 2 376.650 |
| Palma | 1 | 457.000 | 267.046 |
| Piñón | 2 | 341.787 | 203.340 |
| Tierra de monte | 2 | 698.176 | 2 327.144 |
| Yuca | 3 | 729.775 | 4 163.882 |
| **TOTAL** | **21** | **4 296.067** | **10 487.297** |

*Fuente: SEMARNAT 2009*

La tierra de monte se extrae principalmente de terrenos forestales y específicamente de las actividades de construcción y mantenimiento de brechas cortafuego, ya que al llevarlas a cabo se genera la producción de este tipo de tierra, al tener que dejar una franja con el suelo mineral expuesto para evitar la propagación del fuego en caso de incendio (Huerta com. pers.).

El aprovechamiento de yuca se da en la región Libres-Serdán, cuyo propósito es principalmente la industrialización y extracción de sustancias (Huerta com. pers.).

Este tipo de aprovechamiento en el estado es prácticamente de subsistencia; la derrama económica que genera es mínima en comparación con el aprovechamiento maderable, sin embargo, permite la generación de empleos y la derrama económica en los sectores más necesitados (Cuadro 6.7).

## USOS DE FLORA SILVESTRE

*Yadira Bock Sánchez, Berenice Ramírez Vera,*
*Ma. Concepción López Téllez y Oscar A. Villarreal Espino Barros*

Los estudios sobre la composición florística en el estado de Puebla se han concentrado en algunas regiones, faltando muchas más por estudiar; estos trabajos se basan en la descripción de la composición botánica y la clasificación de las especies en función de los usos locales; dentro de los usos más importantes se dispone de plantas alimenticias y condimenticias, estimulantes, forrajeras, aromáticas, cratícolas, textiles, galófitas, gumíferas, oleaginosas, tanantes y curtientes, xilógena de ornato, etc. Otros trabajos describen el origen "mexicano" (náhuatl) de los nombres vulgares de plantas con uso del Suroeste del estado (Rivera y Miranda 1942).

Trabajos recientes se fundamentan en la elaboración de guías para la identificación de las especies de árboles, dando información sobre la descripción, ecología, distribución y su uso en la región en diferentes tipos de vegetación (Guizar y Sánchez 1991, Barajas y León 1989). De igual manera se detalla el uso excesivo de algunas especies con diferentes usos; tal es el caso de especies como *Brahea dulcis* (palma), *Quercus* spp. (encinos), *Pinus* spp. (pinos), *Juniperus flaccida* (sabinos) y *Lysiloma* spp. En otros trabajos, además de la descripción de los usos de la vegetación, se describe la importancia de la comercialización no sustentable de plantas de uso medicinal, provocando la pérdida de la diversidad, siendo un reflejo del manejo inadecuado que tienen los pobladores de cualquier comunidad sobre las especies vegetales, debido al bajo nivel económico, así como a la falta de capacitación (Paredes-Flores *et al.* 2007, Dorado *et al.* 2007, Guzmán *et al.* 2007).

Dentro de los principales usos que se tienen de la flora silvestre del estado de Puebla se encuentran las siguientes: medicinal 3 %, alimento 29 %, fabricación de vino 5 %, colorante 1 %, esencia 4 %, cultivos/hortalizas 14 %, granos/cereales y semillas 13 %, jarabes 6 %, frutos 14 %, artesanal 6 %, artículos de belleza 3 %, extracción de aceite 1 % y ornamental 1 % (Figura 6.11) (SDR 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007).

Las plantas con un mayor aprovechamiento son las que tienen fruto, con 29 %, ya que son utilizadas para su cultivo y comercialización con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores para la elaboración de conservas, vinos u otros productos; los productos derivados de los frutos dependerá de los usos y la actividad que caracteriza a cada región, así como la distribución de la fruta; ejemplo de ello es la ciruela roja, amarilla (*Spondias spp.*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), la anona o chirimoya (*Annona cherimola*), el tejocote (*Crataegus pubescens*), entre otras (SDR 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007).

Las que tienen un menor aprovechamiento son las hierbas aromáticas, con el 9 %, ya que sólo son utilizadas como complemento del alimento para dar sabor a la comida; es el caso del epazote (*Chenopodium ambrosioides*), el pápalo (*Porophyllum ruderola*), la pipicha (*Porophyllum tagetoides*), los berros (*Nasturtium officinale*), la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y la chia (*Salvia hispanica*) (SDR 2007).

Las plantas que se están utilizando para hortalizas y cultivos se encuentran con un 20 % ya que de ellas se obtienen también los granos y las semillas; entre ellos encontramos al amaranto (*Amaranthus hipochondriacus*), el ayocote (*Phaseolus* spp.), la calabacita (*Cucurbita* spp.), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el jalapeño (*Capsicum annum*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la granada (*Punica granatum*) y el jitomate (*Solanum lycopersicum*) (SDR 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007).

También se aprovecha a las plantas silvestres que están representadas con el 42 % (Figura 6.12), ya que presentan al menos dos usos diferentes; es el caso del maguey pulquero (*Agave* spp.), el colorín

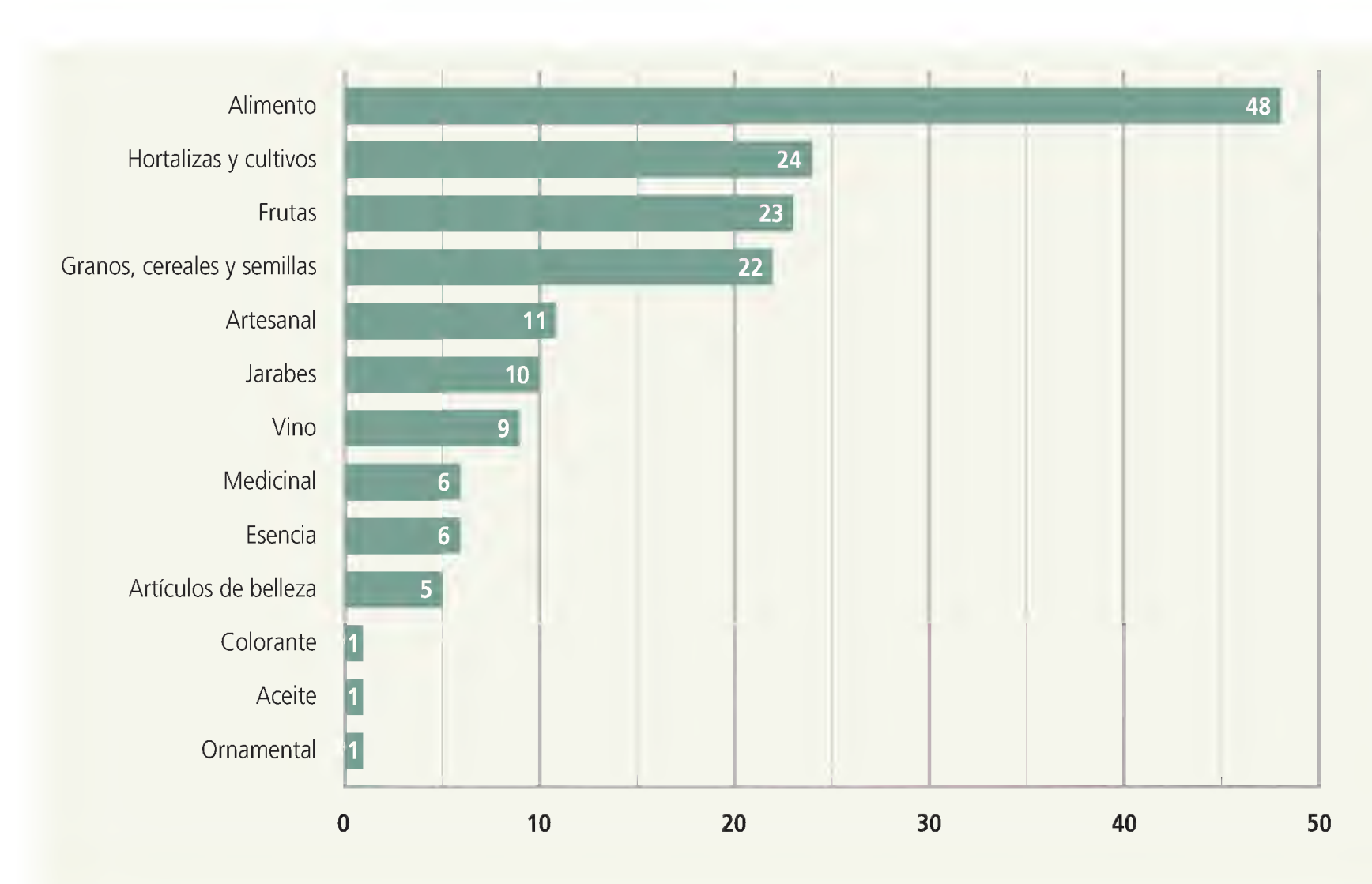



**Figura 6.11** Usos de la flora silvestre en el estado de Puebla

**Figura 6.12** Uso del Otate para elaborar bastones (Foto: David Jiménez).

(*Eritrina* spp.), el estropajo (*Luffa cilíndrica*), guaje colorado (*Leucaena esculenta*), cazahuate (*Ipomoea* spp.), liná loe (*Bursera linanoe*), palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), biznaga (*Echinocactus* spp.), entre otras (SDR 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007).

## USOS TRADICIONALES DE LA FAUNA SILVESTRE

*Berenice Ramírez Vera, Ma. Concepción López Téllez, Gonzalo Yanes Gómez y Luis Enrique Romero Martínez*

En nuestro país, los recursos naturales representan para las comunidades rurales como: pueblos, ejidos, rancherías y zonas indígenas, una fuente alterna de recursos para su subsistencia, pues de ellos obtienen proteínas y otros productos como pieles, grasa, etc. (Retana 2006).

En ese sentido, las comunidades rurales, indígenas y campesinas pueden operar como aliadas de la protección de los recursos naturales y de la biodiversidad, y ser fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética *in situ*, como lo han demostrado algunas experiencias exitosas en México (Carabias *et al.* 1994, Toledo 1994, Bocco *et al.* 2000). El manejo adecuado dependerá de la contribución que grupos de académicos, organizaciones no-gubernamentales y los propios cuerpos técnicos de las comunidades rurales, incorporen el conocimiento de cada sector a las actividades productivas de las comunidades, con el fin de conciliar la conservación y el uso de los recursos naturales y la biodiversidad presente (Figura 6.13).

Se ha reportado por diversos autores y dependencias gubernamentales (SDR 2007, Valera *et al.* 2008, Gómez *et al.* 2008, Ramírez *et al.* 2009), que el mayor uso que se tiene de la fauna es para el grupo de las aves, representada por el 37 %, con 25 especies, de las que el 26 % son dispersoras de semillas, el 22 % son para uso artesanal, ya que se elaboran cuadros con las plumas, vestuarios para danzas prehispánicas y aretes entre otros, y el 19 % como alimento; entre ellas se encuentran la codorniz (*Philortyx fasciatus, Colinus virginianus*) y el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) (SDR 2007, Villarreal 2008) (Figura 6.14).

En el estado de Puebla se registraron 21 mamíferos, representando el 31 % del total de las especies de fauna utilizadas, que sobresalen por la importancia

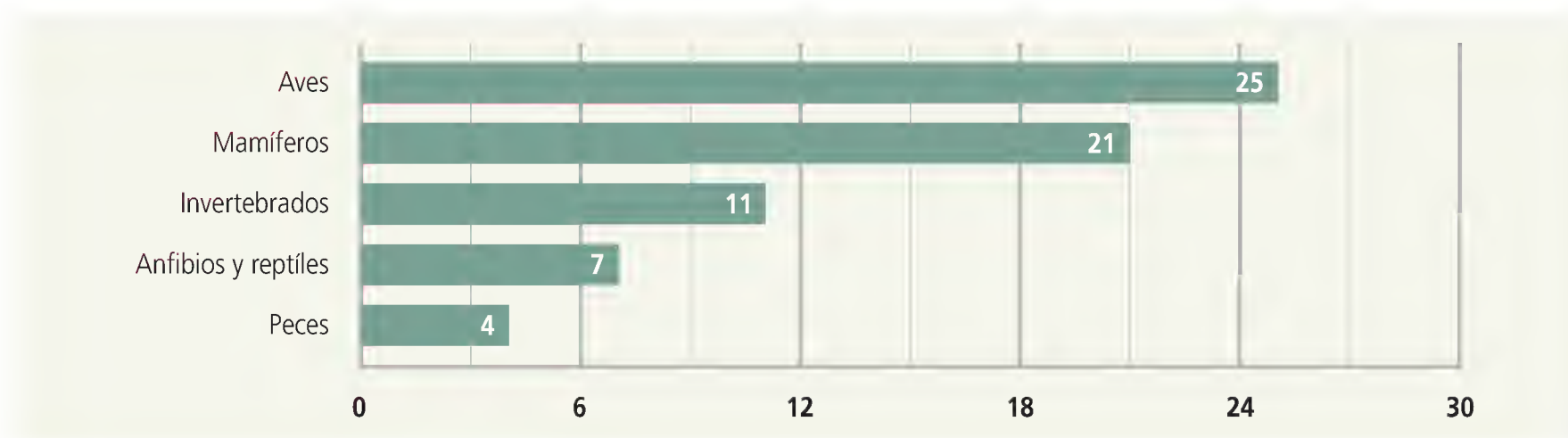



**Figura 6.13** Fauna silvestre que presenta mayor uso.

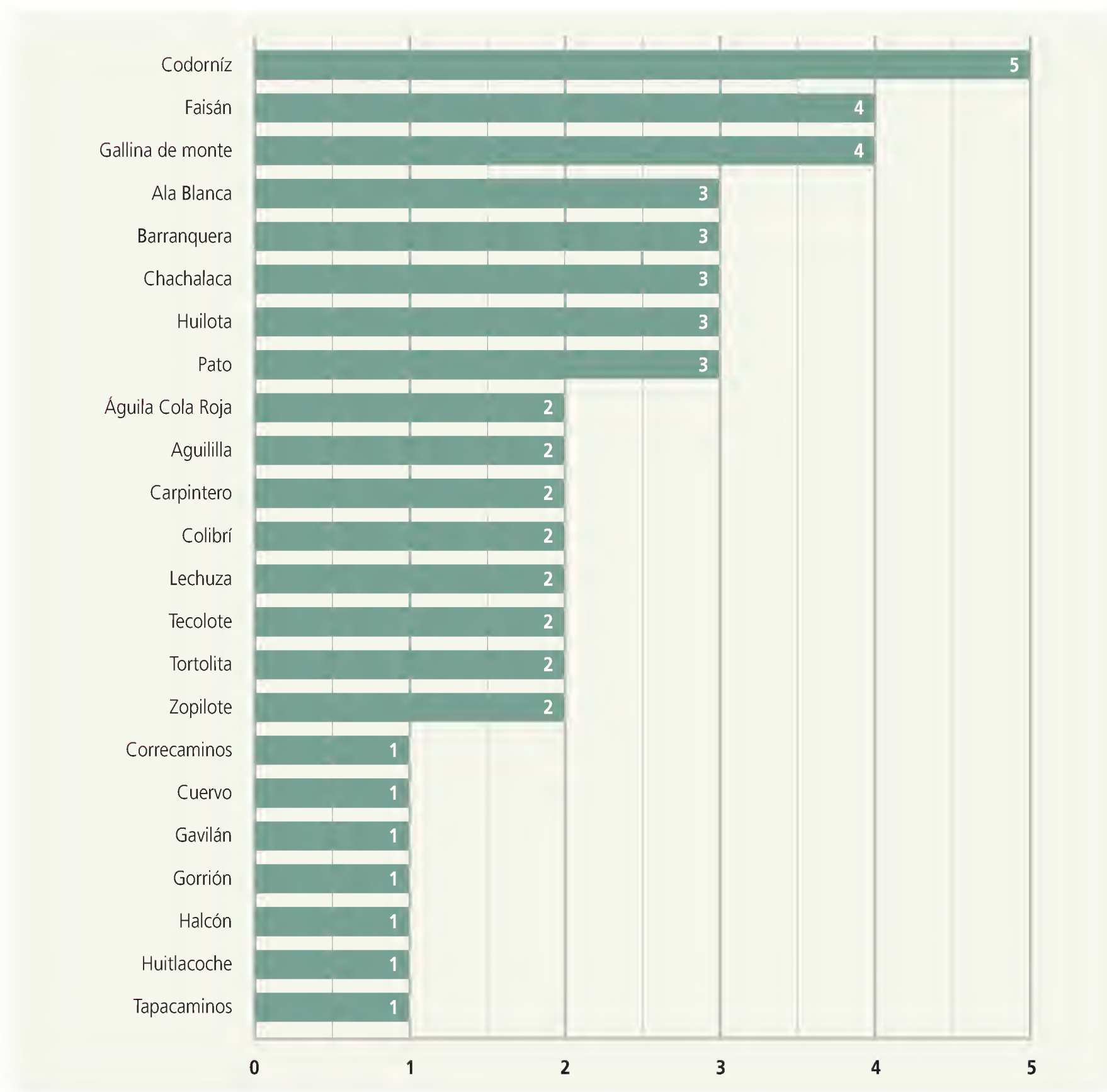



**Figura 6.14** Especies de aves que presentan mayor uso.

de su presencia en el lugar y el uso que se les da; entre las especies más importantes se encuentra el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*), el tejón (*Taxidea taxus*), el jabalí (*Tayasu tajacu*), el conejo zacatón, el conejo real (*Sylvilagus* spp.), la liebre (*Lepus callotis*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (Figura 6.15) (Valera-Herrera *et al.* 2008, Gómez *et al.* 2008, Aguilar *et al.* 2009, Ramírez *et al.* 2009).

En cuanto a anfibios y reptiles, se utilizan seis especies que corresponden al 10 % del total de la herpetofauna. El organismo que presenta mayor uso es la víbora de cascabel (*Crotalus* spp.), representando el 33 % de los usos de las seis en su totalidad. Los usos asignados son el medicinal, como alimento, controlador de plagas, uso de piel para fabricación de zapatos, carteras y otros (Figura 6.16) (Ramírez *et al.* 2009, Valera-Herrera *et al.* 2008, Gómez *et al.* 2008).

Uno de los usos más importantes para la fauna silvestre es la cacería cinegética; los que tienen mayor aprovechamiento son los mamíferos, representando el 50 %; entre éstos destacan el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*), el jabalí

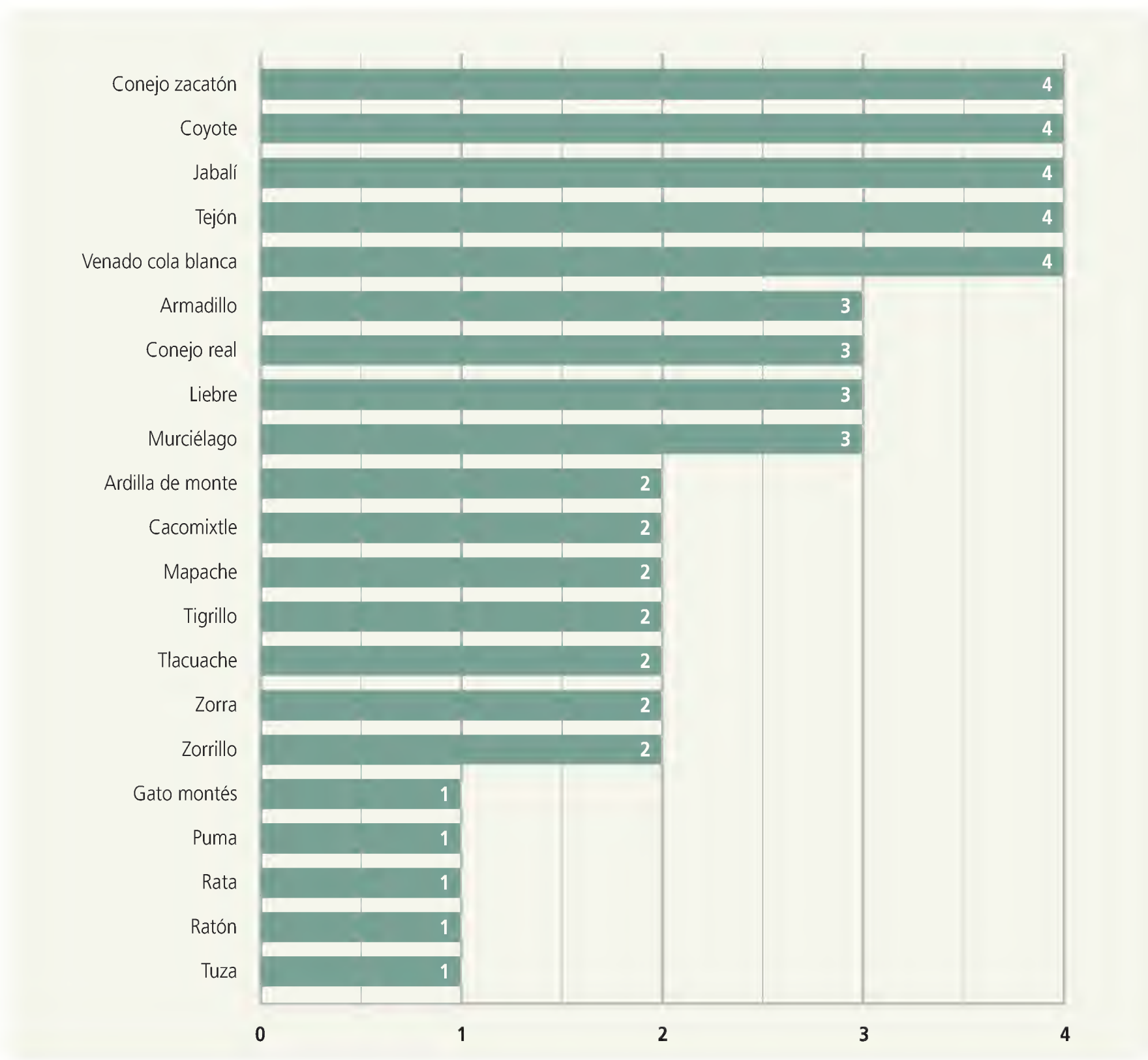



**Figura 6.15** Especies de mamíferos de mayor uso.

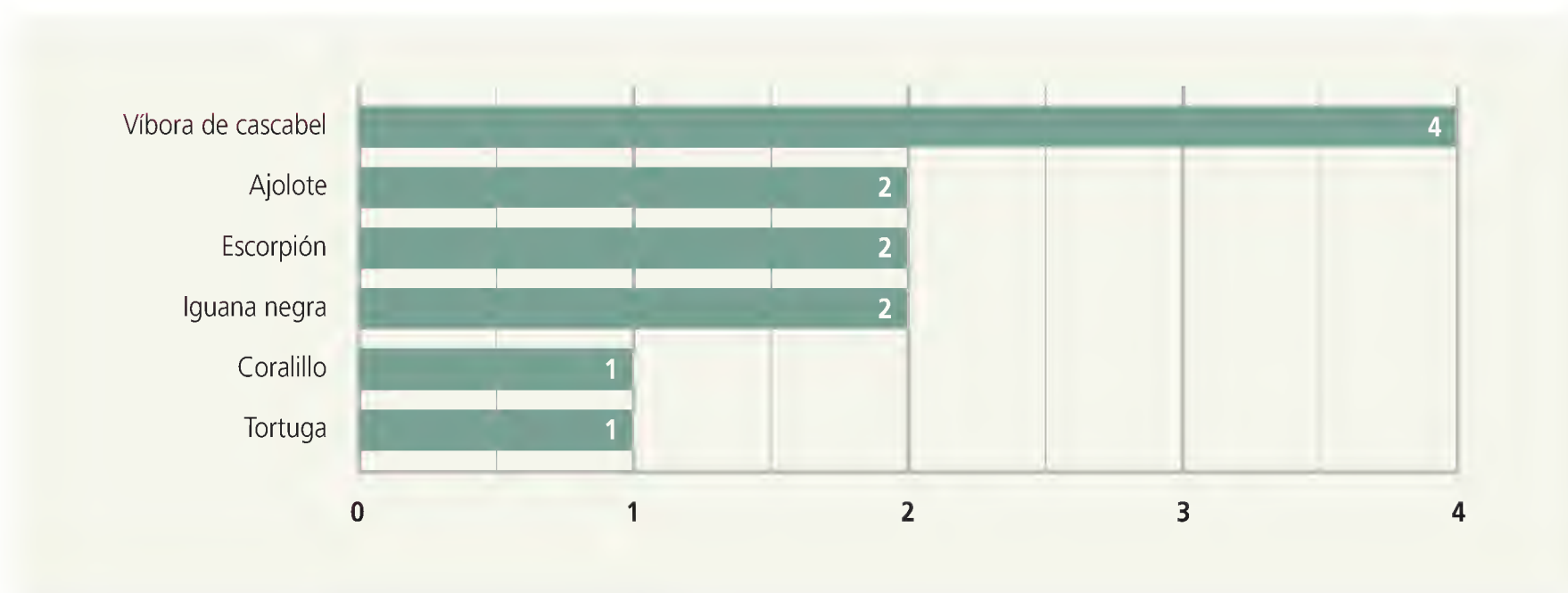



**Figura 6.16** Especies de reptiles y anfibios de mayor uso.

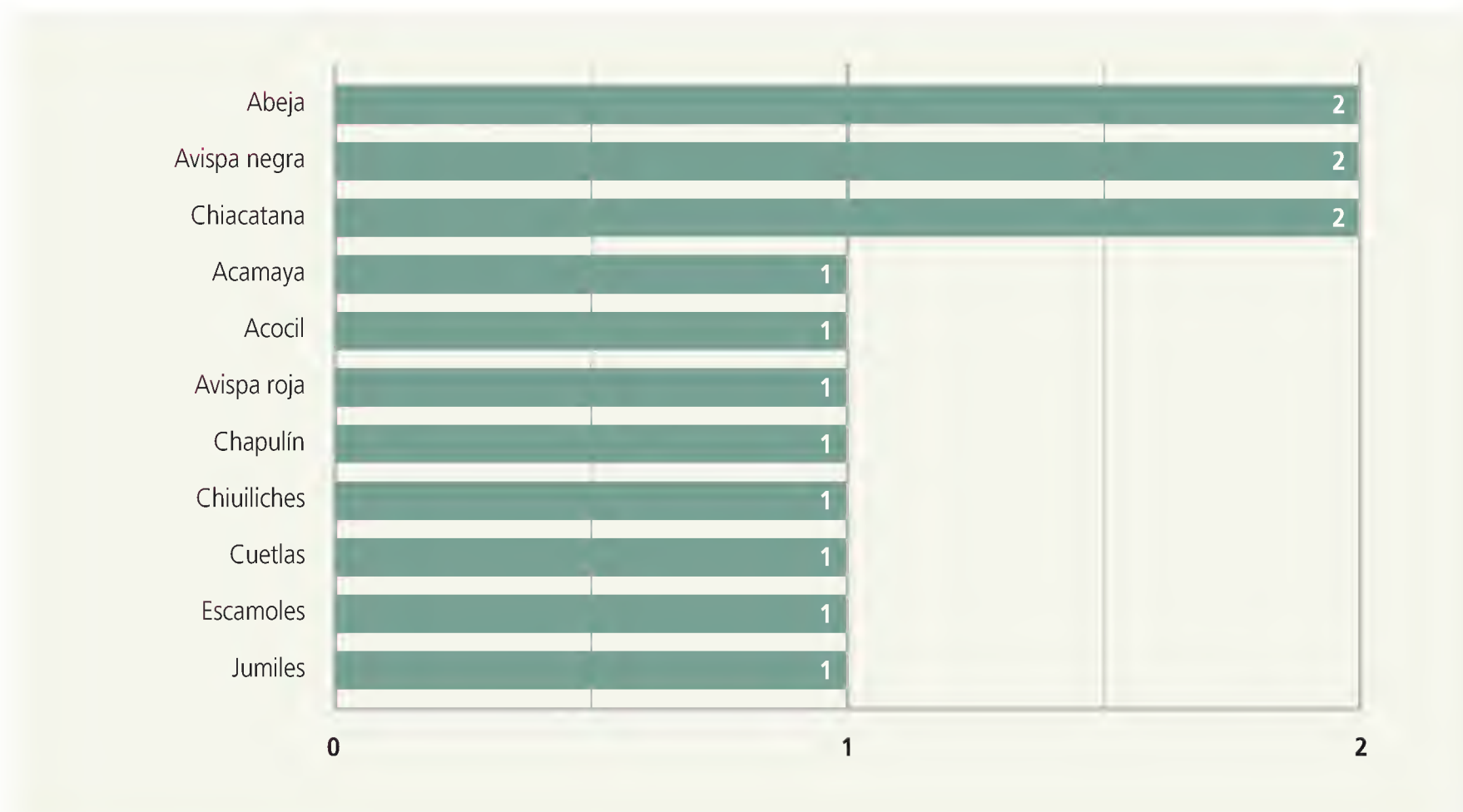



**Figura 6.17** Invertebrados de mayor uso.

(*Tayasu tajacu*) y el tejón (*Taxidea taxus*); las aves están representadas por el 42 %; las que presentan mayor aprovechamiento son la paloma de ala blanca (*Zenaida asiatica*), la barranquera (*Leptotila verreauxi*), la codorniz (*Philortyx fasciatus, Colinus virginianus*), la paloma huilota (*Zenaida macroura*) y el pato (para el caso de anfibios y reptiles la única especie que está siendo aprovechada es la iguana negra que corresponde el 8 % (SDR 2007, Villarreal 2008).

De los invertebrados se utilizan 11 especies que se caracterizan por presentar un valor alto en cuanto a calidad nutricional, y se consideran como platillos exóticos, como es el caso de los escamoles, los jumiles, las cuetlas y los chapulines. La abeja y la avispa negra son las más utilizadas con el 15 %, como polinizadores, además del uso de su miel y como alimento (panal con larva) (Figura 6.17) (SDR 2007).

**Figura 6.18** UMA Tlalhuayan en el Municipio de Chiautla de Tapia (Foto: Concepción López).

## Unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre

*Ma. Concepción López Téllez y Miguel Martínez Fernández*

En el año 1997 el gobierno federal estableció una estrategia denominada Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), con la intención de contribuir a conciliar y a reforzar mutuamente la conservación de la biodiversidad, así como la mejor planeación en la administración de los recursos naturales, tanto de flora como fauna silvestre, que se encuentren en algún estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2001, y al mismo tiempo, generar incentivos o nuevas oportunidades que cubran las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México en el sector rural. Los sitios incorporados en esta estrategia, conocidos como Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), se desempeñan como centros de pies de cría, bancos de germoplasma, alternativas de conservación y reproducción de especies en riesgo, actividades de educación ambiental, investigación, con fines cinegéticos y como unidades de producción de ejemplares, porciones y derivados que pueden ser parte de los distintos recintos del mercado legal para su comercialización (López *et al.* 2007).

Existen dos tipos de UMA: a) las de producción intensiva, en las que se promueve la reproducción de especies bajo condiciones de confinamiento y b) las de producción extensiva, que operan con la aplicación de técnicas de conservación y manejo de hábitat de las poblaciones en vida libre (Figura 6.18) (López *et al.* 2007).

En México, están registradas a la fecha 7 861 Unidades de Manejo, que ocupan una superficie de 22 millones de hectáreas que representan el 12 % de la superficie total del país. Del total de UMAs, 5 469 corresponden a parques cinegéticos o ranchos, con un 69 % del total de unidades registradas; el 19.95 % pertenece a unidades de manejo intensivas (1 569) y el resto a las clasificadas en viveros, circos y zoológicos, entre otros (López *et al.* 2007).

Para Puebla se tienen registradas un total de 207 Unidades de Manejo que en conjunto representan una superficie de 109 807 ha; de ellas, 127 se encuentran registradas bajo la modalidad de intensivas, con una superficie de 14 055 ha, mientras que los predios registrados como UMAs extensivas dan un total de 80 y son los que reflejan la mayor parte de la superficie bajo manejo, con un total de 95 752 ha (López *et al.* 2007).

Del total de unidades de manejo extensivo, 72 se dedican al aprovechamiento extractivo mediante la cacería cinegética, de las que 35 han realizado esta actividad de manera sustentable, otorgando entre las temporadas 2005-2006 y 2008-2009 un total de 500 cintillos para el aprovechamiento extractivo vía caza deportiva. Una gran proporción de las UMA extensivas del estado se localizan en la región de la Mixteca y se han creado por la presencia de la especie emblemática de la zona, como es el venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*) (Villarreal y Guevara 2002, Villarreal 2008).

En la actualidad, se ha realizado un diagnóstico de la situación de las UMAs establecidas en la Mixteca Poblana, a través de un grupo de trabajo que incluye a la Escuela de Biología de la BUAP, Altépetl A. C., la Fundación Produce del Estado de Puebla y la Asociación Regional de Silvicultores de la Mixteca, cuyo objetivo es establecer las líneas estratégicas para el fortalecimiento y desarrollo integral de las UMA y los productores de la región (López *et al.* 2007).

Del análisis se concluye que existen beneficios directos para los productores de la región, así como para la conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales. Se ha generado información precisa en relación a la distribución y abundancia de las especies de importancia cinegética que caracterizan a la región, como lo es el venado cola blanca, el escorpión y la iguana negra, entre otras especies. Esto ha permitido que se realice manejo del hábitat dentro de las UMAs para incrementar las poblaciones silvestres, registrándose la presencia de especies que ya se habían extinto o extirpado localmente, como son el puma y el jabalí (López *et al.* 2009).

El establecimiento de las UMAs también ha servido como un instrumento de organización de las actividades productivas y de conservación de la vida silvestre, al permitir la planeación y zonificación dentro de los predios para el manejo sustentable, porque ha permitió consolidar y formar comités como el de vigilancia, los de UMAs y los de difusión, entre otros; es un esquema alternativo de manejo responsable de la vida silvestre.

Aunado a esto, el sistema de UMAs ha incorporado áreas boscosas al manejo y conservación de la vida silvestre, considerándose en consecuencia como un sistema versátil en el cual pueden participar y operar los productores para favorecer la acción libre y conjunta que permita incrementar la calidad de vida de los pobladores de la región.

## Ganadería diversificada en la región mixteca

*Oscar A. Villarreal Espino Barros, Jorge Ezequiel Hernández Hernández, Francisco Javier Franco Guerra, Julio Cesar Camacho Ronquillo y Salvador Romero Castañón*

La Mixteca Poblana es una región étnica pobre y marginada del desarrollo, ubicada al sur del estado de Puebla; está conformada por 47 municipios del centro suroeste de la entidad (SEDESOL 1999). La producción agropecuaria es la principal actividad económica de la zona; basada en la agricultura de temporal y la ganadería extensiva, su agostadero cerril se dedica a la ganadería extensiva de bovinos para carne y caprinos, aprovechando la vegetación natural (Villarreal *et al.* 2008).

En la región se distribuye *in situ* el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), de la subespecie *mexicanus*, en más de 550 000 ha (Villarreal y Guevara 2002). Este cérvido y otras especies de fauna silvestre pueden ser aprovechados en forma sustentable mediante el modelo tecnológico agrosilvopastoril denominado "Ganadería Diversificada". Por lo tanto, la Mixteca Poblana es una zona tradicionalmente venadera, donde grupos de cazadores locales y de los estados circunvecinos cazan cada año en forma legal, la subespecie *O. virginianus mexicanus*, aportando benéficos ambientales y económicos a las comunidades de la región (Villarreal 2006).

La "Ganadería Diversificada" es una tecnológía desarrollada por la ANGADI (Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna), en la Planicie Nororiental de México (ANGADI 2004). Ese modelo tecnológico fue transferido al estado de Puebla con la finalidad de conservar los recursos naturales e incrementar las tasas de ingreso y empleo regional (Villarreal 2006). El modelo es un sistema agrosilvopastoril que busca la diversificación productiva, combinando la explotación extensiva de bovinos para carne con el aprovechamiento racional y sostenido del venado cola blanca, otras especies

**Figura 6.19** Ejemplo de la ganadería diversificada en la Mixteca Poblana (Foto: Concepción López).

de la fauna silvestre y el hábitat, en la caza deportiva y el turismo de naturaleza. Esta tecnología ha demostrado su factibilidad por medio del establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMA (Figura 6.19) (ANGADI 2004; Villarreal 2006).

Esta alternativa de aprovechamiento de los recursos naturales y de la ganadería ha generado beneficios ambientales y socioeconómicos, representado en una buena relación entre la capacidad de carga del hábitat en unidades animales (UA), que es entre 7.28 y 9.41 ha/UA y las densidades poblacionales de fauna silvestre (Villarreal *et al.* 2008 a). Además, de la determinación de 139 especies vegetales identificadas como consumidas por el venado, se ha producido una optimización en el empleo de suplementos alimenticios y agua en épocas críticas (Villarreal y Marín 2005). El consumo de plantas herbáceas y arbóreo-arbustivas en la dieta constituye una ventaja para el sistema de reservas corporales del venado en el estiaje (Villarreal *et al.* 2008). Otro aspecto no cuantificado es el relativo a los servicios ambientales por la captura de carbono y el reciclaje de nitrógeno en el suelo.

Estos modelos agrosilvopastoriles diversificados, integrados y autosuficientes (DIA), son una alternativa para la conservación de los recursos naturales, ya que favorecen el reciclaje de nutrientes, la producción de biomasa y su movimiento a través del ecosistema, logrando establecer esquemas que integran el manejo productivo, con el intercambio de energía y nutrientes y con una base natural de funcionamiento coherente.

Las UMAs, a través del modelo de Ganadería Diversificada, pueden ofrece también la posibilidad de aprovechar en forma racional y sostenida otros animales con potencial cinegético, como es el caso de varias especies de palomas, codornices y pequeños mamíferos, la observación de aves, de plantas y animales endémicos y/o en peligro de extinción, la pesca deportiva y el turismo de aventura.

## DIVERSIDAD CULTURAL Y APROPIACION INDIGENA DE LA NATURALEZA

*David Jiménez Ramos*

La historia de uso de las comunidades indígenas y campesinas como actores sociales en México es muy añeja, lo que ha moldeado una compleja interacción entre la naturaleza y las culturas de los pueblos nativos de México, en espacios que han sido construidos en un proceso histórico de larga duración, de carácter multiétnico. A la anterior particularidad hay que agregar el hecho que entre el 80 y 85 % de los bosques y selvas se encuentran bajo algún régimen de propiedad social, ya sean ejidos o bienes comunales, que involucran derechos integrales y colectivos (CONANP 2007).

Actualmente se reconocen 62 pueblos indígenas, con sus culturas locales e historia que definen una

peculiar relación de carácter simbólico y material con la naturaleza circundante. Los territorios en donde habitan son considerados actualmente en situación de fragilidad social y ambiental, provocada por la interacción con culturas con cosmovisiones distintas.

Paradójicamente, en estos espacios manejados por indígenas frente a la gran riqueza biológica presente, también se tienen los más altos grados de marginación social (CONAPO 2002). Aunado a lo anterior, los territorios indígenas son el escenario donde se confrontan racionalidades opuestas: por una parte, la naturaleza se explota bajo criterios estrictamente de intercambio monetario-mercantiles y, por la otra, se reconoce la cosmovisión, vida cotidiana y reproducción social de las comunidades campesinas e indígenas. Particularmente en las diferentes regiones de Puebla con marcada presencia étnica (Sierra Norte, Sierra Mixteca, Zona de los Volcanes y Sierra Negra) es posible identificar en los paisajes "las huellas" de la visión predominante: el acelerado proceso de deterioro ambiental (deforestación, tala, cacería, contaminación y ganadería extensiva entre otros), el uso de tecnología para la explotación/destrucción de los recursos naturales (desarrollo urbanos, industriales y turísticos depredadores), la racionalidad económica individual (migración, especulación inmobiliaria y despojo de tierras) y la obtención de ganancias en el corto plazo (explotación minera y del agua), además de generar mayor exclusión, desigualdad, marginación y desarticulación social (establecimiento de áreas naturales protegidas y turismo convencional bajo un enfoque conservacionista privado y comercial, entre otros proyectos).

El resultado de tal confrontación es un conjunto de pueblos intervenidos y trastocados simbólica y materialmente. Sin embargo, es precisamente el contexto adverso y de relativa debilidad interna el que los ha conducido a reorganizar internamente la vida cotidiana, las instituciones comunitarias, las relaciones sociales y por supuesto, las economías locales.

Estas adaptaciones, en conjunto, se despliegan bajo estrategias locales propias, tales como la negociación, reorganización, resistencia, movilización, propuestas orgánicas, defensa y lucha, como formas de reapropiación social del territorio. Cabe señalar que, a pesar de las condicionantes del actual sistema económico, se presentan iniciativas autogestivas, con medidas concretas de restauración, conservación, acceso, control, uso y aprovechamiento de la diversidad biológica basadas en acuerdos comunitarios, con prácticas diversas entre las que destacan el manejo forestal comunitario, el manejo integral del traspatio, el uso múltiple del paisaje y de la diversidad biológica y las prácticas agroforestales y silvopastoriles, todas guiadas por la construcción de nuevas territorialidades y colectividades, en donde interviene de manera predominante su cosmovisión y memoria colectiva, las tradiciones y prácticas culturales de los Pueblos.

Por ello, el territorio es el espacio reapropiado y valorizado simbólica y materialmente que remite no sólo a ambientes geográficos, sino también interculturales.

En el proceso de apropiación indígena (y reapropiación social) del territorio intervienen un conjunto de factores recuperados por la *Memoria Biocultural*, que se nutren de la lingüística, del conocimiento práctico y sabidurías representadas en los pueblos tradicionales, indígenas y campesinos (Toledo y Barrera-Bassols 2008), lo que se expresa en prácticas que conllevan la premisa de no dañar los ambientes, ecosistemas y hábitats, en los que la flora y la fauna tienen vital importancia para las propias poblaciones humanas, y porque se abren espacios de comunicación a otras formas de ver el mundo, desde otras culturas. Este proceso pretende recomponer la relación con la naturaleza mediante acciones culturales incluyentes de respeto, reconocimiento, diálogo, tolerancia, defensa y lucha (Figura 6.20).

Como objeto de estudio, nos encontramos ante diferentes procesos sociales autogestivos y autónomos que reivindican la defensa del *Territorio, de la Cultura y los Derechos de los Pueblos Indios*, que por la vía de los hechos cumplen y realizan lo anhelado en diversas leyes del ámbito internacional y que cabe destacar; en México algunos de los políticos que gobiernan tienen miedo al vivir y pensar diferente. Por lo que para comprender de manera cabal, sistemática y en su complejidad la apropiación social del territorio, es necesario también un acercamiento y enfoque transdiciplinario que explique de manera científica, crítica e integral, una problemática que "toca" de manera transversal procesos locales definidos por la

**Figura 6.20** Comunidad Indígena de Tochmatzintla, Municipio de Huatlatlahuaca en dialogo de tolerancia, respeto, defensa y lucha de su cultura (Foto: David Jiménez).

resurgencia y posicionamiento de actores marginados a actores políticos en resistencia, pero fragmentados por los proyectos modernizantes.

También se debe considerar la compleja interacción social que se establece para explorar la relación *Pueblos Indios y biodiversidad*, pero entendiéndola como una conceptualización humana de complejas relaciones que supere los aspectos técnico - cientificistas para debatir con un discurso que transforme, articule y proponga una nueva configuración entre naturaleza y sociedad, con lo que queda claro que las acciones de conservación biológica no sólo serán un conjunto de técnicas científicas aisladas, sino también expresión de prácticas y relaciones sociales más armónicas, como un proceso de deconstrucción y reinvención de la cultura, que abonen a la construcción de otro "mundo posible".

## EL DESARROLLO COMUNITARIO POR MEDIO DEL APROVECHAMIENTO TURÍSTICO DE LA BIODIVERSIDAD

*Iván Lira Vaylón*

El turismo, como sector productivo de la economía, representa todas aquellas operaciones de producción y comercialización de bienes y servicios que se generan como resultado de la actividad turística (realización de viajes y desplazamientos de carácter turístico), repercutiendo en la producción total nacional, regional o local, mediante la incorporación de valor adicional que incide directamente tanto sobre las economías de las áreas de destino como sobre las economías de las áreas de origen (Palomo 2006).

Generalmente, como se citó en el párrafo anterior, la actividad turística es considerada como una herramienta de gestión para la producción económica, buscando generar con ella ganancias inmediatas desde el punto de vista económico, a costa del uso apropiado de los recursos naturales y culturales que motivan el desplazamiento de personas. El crecimiento dinámico de visitación en un área natural o cultural genera economías de escala y agresiones que, en el corto plazo, desgatan y presionan el propio recurso visitado. La presencia de turistas en áreas en donde la comunidad local no está preparada para interactuar con ellos provoca situaciones de tensión en ambos actores; para los primeros, sentimientos de inseguridad ante la posible actuación de rechazo por parte de los segundos; para éstos, incertidumbre sobre los motivos de nuevas personas en áreas generalmente restringidas al acceso de extraños.

Si bien el visitante no experto en la interpretación del medio natural y cultural local puede apreciar a simple vista las características correspondientes, no podrá "entender" las externalidades que el medio natural ha generado en la comunidad y viceversa. He aquí que el aprovechamiento turístico, no tan solo de la biodiversidad, sino también de la expresión cultural local, debe de gestionarse en forma conjunta para poder comprender la coexistencia de ambos entes.

"Una asociación armónica entre turismo y desarrollo local sostenible pone el acento en los tipos de turismo basados en el respeto al medio ambiente, en la calidad más que en la cantidad, en la sostenibilidad a mediano y largo plazos más que en la explotación de recursos a corto" (Vidal y Márquez 2007), pero también, debe considerar la pertinencia y pertenencia del desarrollo con un enfoque de aceptación comunitaria, es decir, el aprovechamiento turístico de la biodiversidad con un enfoque y búsqueda del beneficio de los habitantes locales (Figura 6.21).

**Figura 6.21** Desarrollo de actividad turística por parte de la comunidad de Jolalpan (Foto: Miriam Tejedor).

Deben buscarse los mecanismos para hacer de la conservación un negocio rentable en las comunidades; demostrarse que la preservación puede otorgar más rentas que la explotación irracional oportunista.

Las ventajas del aprovechamiento racional son vastas, a saber:

- La revalorización del patrimonio local, no sólo como herramienta para generar recursos económicos, sino también para preservarlo y permitir disfrutarlo en generaciones futuras.
- La diversificación de las economías locales.
- El aprovechamiento del tiempo de ocio en los habitantes locales, prestando servicios turísticos al visitante.
- El arraigo de los habitantes a la comunidad.
- La disminución de la migración, por la creación de nuevas fuentes de empleo.
- La conservación de la biodiversidad como elemento que atraiga a los visitantes.
- El sincretismo o dualidad cultura-naturaleza, como elemento forjador de la identidad local.

Sin embargo pueden percibirse ciertas desventajas en la gestión comunitaria:

- La falta de educación técnica que permita a las comunidades entender la actividad como un posible negocio.
- El paternalismo gubernamental que permite la falta de compromiso por parte del gestor comunitario al no hacer suyo el desarrollo turístico y estar a expensas del apoyo gubernamental.
- La alta rotación en las autoridades ejidales o comunales que motivan el reinicio de la formación empresarial turística.
- Los usos y costumbres que pueden restringir la presencia de turistas en la comunidad.
- La polarización en materia de conservación del entorno natural, que impide su aprovechamiento turístico.
- La falta de experiencia en la comunidad para manejar sus rentas y cuestiones hacendarias.
- La errónea creencia de querer sustituir sus actividades productivas tradicionales por la prestación de servicios turísticos.
- La toma de decisiones que, al darse en el seno de la mayoría, generalmente cumplen un tiempo largo en desarrollarse.
- La falta de resultados inmediatos deriva en un desencanto, también inmediato ante el nuevo negocio turístico.
- La falta de consideraciones en el cumplimiento de la normatividad federal, estatal y municipal en el aprovechamiento del entorno natural, en una situación que prevalece en la gestión de los proyectos enfocados al turismo natural, además de la omisión en el uso de ecotécnias que permitan una interacción de la infraestructura, más amigable con el entorno. Al ser el gobierno uno de los principales gestores en el desarrollo de esta actividad en beneficio de las comunidades, debe considerar más y mejores estrategias que permitan permear la información en estas últimas.

Deben buscarse las formas de mitigar los impactos de la actividad, principalmente evitando:

- Los trastornos de los hábitos de reproducción y la depredación de la fauna y flora.
- La introducción de especies no autóctonas, por estar de "moda" en otras regiones.
- La exterminación de especies por caza o comercio de souvenirs.

"Los impactos ambientales del turismo acaban repercutiendo directamente sobre la población. Gran parte de las destinaciones turísticas con un nivel de desarrollo avanzado presentan problemas a la hora de abordar el tratamiento de residuos y la depuración de aguas residuales y en general las consecuencias del desarrollo turístico no planificado" (Miralles y Roselló 2008). He aquí la oportunidad de que en el estado de Puebla a través del Plan de Desarrollo de Turismo de Naturaleza gestado por actores sociales, gubernamentales y privados, se ejecuten acciones que permitan a las generaciones futuras disfrutar de la gran biodiversidad que aun hoy día podemos observar.

## LOS RECURSOS NATURALES COMO MATERIA PRIMA DE USO ARTESANAL

*Gonzalo Yanes Días, Susana Berenice Silva Juárez y Ma. Concepción López Téllez*

Los ecosistemas de México proveen el 73 % de las materias primas vegetales y animales para las actividades artesanales que se practican por los diferentes grupos poblacionales. Además existe una

enorme variedad de técnicas en relación al aprovechamiento, uso y procesamiento de las materias primas, resultado de la alta diversidad étnica y cultural de nuestro país. El valor económico de los ecosistemas se calcula con base en la sumatoria de los valores de usos comerciales, no comerciales y ambientales, entre otros (Linares 1993).

La disminución en la disponibilidad de las materias primas provoca que algunos grupos indígenas o comunidades rurales dejen de practicar y elaborar sus artesanías, o que baje la calidad de sus productos artesanales. Entre las causas de esta disminución se encuentra un manejo silvícola inadecuado, falta de claridad en la tenencia de la tierra, la sustitución de bosque por cultivos o potreros, debido principalmente a la subvaloración de la tierra, legislación forestal inadecuada, cultivos no aptos y crecimiento poblacional, entre muchos otros factores (Masera 1996).

Así, el agotamiento de los recursos naturales ha generado impactos económicos, sociales, culturales y ambientales sobre las comunidades artesanales y daños intrínsecos a las funciones ecosistémicas. No obstante, las pequeñas empresas artesanales consumidoras de las materias primas para la elaboración de artesanías constituyen las más importantes y en muchos casos la única alternativa de ingreso para los habitantes rurales, siendo esta actividad, en consecuencia, la base de su economía (Masera *et al.* 1997).

México es conocido como un país con una importante tradición artesanal, con origen en la cultura prehispánica, sobre todo la relativa a la cerámica y los textiles. A partir de la conquista, las artesanías se ampliaron al mezclarse con la cultura europea, sin que por ello se abandonara su carácter originario.

La cultura tradicional artesanal rural/indígena del sector poblano puede expresarse según los segmentos de los municipios de 1) Puebla y Amozoc, y los encabezados por 2) San Pedro Cholula (San Andrés Cholula, Cuautlancingo y Coronango), 3) Huejotzingo (Juan C. Bonilla y Domingo Arenas) y 4) San Martín Texmelucan (Xoxtla y Tlaltenango). En el primer caso lo distintivo es la artesanía de alfarería, talla de piedra o cantería; en el segundo se producen los ladrillos y barro cocido y crudo, además de cestería de raíz de otate; el tercero es similar al anterior añadiéndose la talla de ónix; en el cuarto se distinguen las unidades de talla en madera, alfarería y objetos en miniatura con las hojas de maíz (totomoxtle).

Los artesanos poblanos utilizan diversos materiales tan durables como el hierro, tan delicados y frágiles como la paja, tan notables como las piedras ágatas y las maderas del cedro, o sumamente sencillos como las cáscaras de nuez o el lodo. En casi todo el estado son fabricados objetos de barro; así lo demuestran los cántaros, las vasijas, las ollas, los comales, las figuras para el Día de Muertos y las delicadas y hermosas piezas de mayólica o talavera. Podemos encontrar frágiles y decorativos objetos como jarras y vasos realizados con el arte del vidrio soplado. En el centro y sur de la entidad poblana se transforman las fibras (Yanes 2009).

En San Pablito se diseñan, con papel amate, diversas figuras rituales. Huaquechula y San Salvador trabajan el papel china picado y fabrican caballitos de cartón. En Cuetzalan y Zozocolco, transforman la vainilla en figuras de aromatizante belleza. Hacia el norte y centro de Puebla, manos hábiles tejen y embellecen blusas, huipiles, enredos, fajillas, rebozos, morrales, sarapes, cobijas y materiales de lana y algodón. De la madera de los árboles de lináloe, al sur, se hacen jícaras y trastes. Con maderas más durables y finas son fabricados muebles labrados con incrustaciones de marfil o de nácar (Yanes 2009).

Es importante mencionar también que en Puebla destacan las artesanías en torno a la cerámica, la alfarería, el labrado y torneado de madera y los tejidos. En la primera es notable la fina talavera poblana traída de España y objetos de ónix labrado, la alfarería aplicada a ollas y cazuelas para la cocina y las piñatas así como los ladrillos y tejas para construcción de viviendas; son famosos los objetos de damasquinado y forja de hierro y plata para ornamentos de la charrería, como espuelas y botonaduras de Amozoc, además de los juegos pirotécnicos de San Pedro Cholula y en Tlaxcala.

Es importante realizar una valoración y un buen manejo de las materias primas vegetales, animales o de cualquier otro tipo utilizadas en la elaboración de las artesanías poblanas, que pueden ser una herramienta muy eficaz para la conservación y el

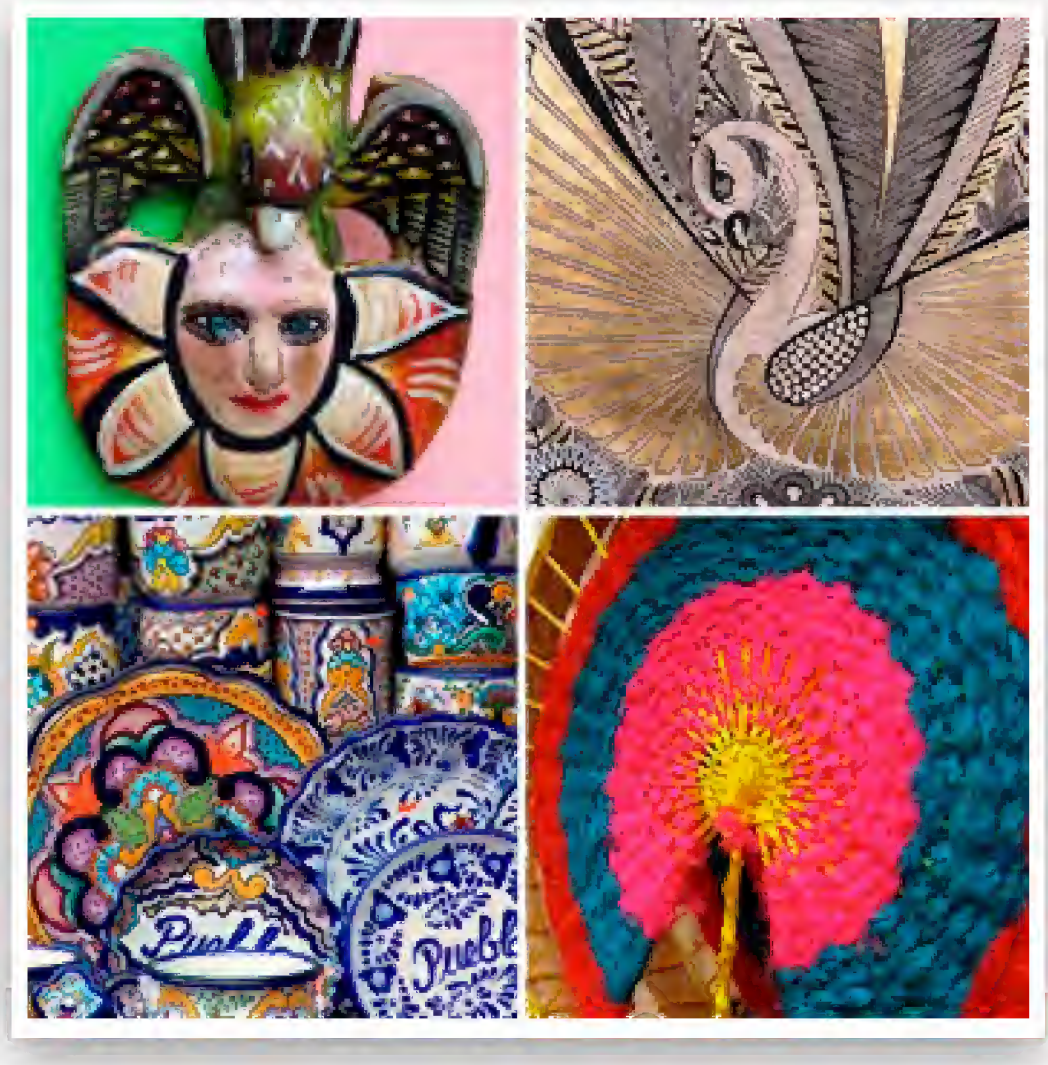


**Figura 6.22** Muestra de artesanías obtenidas de los recursos naturales. (Foto de Susana Silva)

uso sostenible de la biodiversidad. Se requiere el desarrollo de proyectos sustentables que permitan a las comunidades artesanas el uso del bosque y de los materiales que derivan de él, para obtener beneficios económicos bajo un manejo adecuado e integrado. Este tipo de factores pueden ser muy útiles para la consolidación de empresas artesanales, que les permitan definir áreas de alto valor económico y social y áreas de aprovechamiento. También pueden ser mecanismos para incentivar la generación de ingresos que promuevan la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Por lo tanto, se requiere de la elaboración de diagnósticos muy precisos sobre los productos y servicios que están aprovechando los artesanos; así mismo, la artesanía poblana debe ser apoyada con estudios que permitan incentivar la investigación en las materias primas provenientes de los ecosistemas naturales utilizados en el sector artesanal, con el fin de crear sistemas de fomento al uso sostenible de esos recursos y garantizar que se puedan sostener económica, social y ambientalmente en el futuro (Figura 6.22).

## USO BIOTECNOLÓGICO DE LA DIVERSIDAD BACTERIANA

*Moisés Graciano Carcaño-Montiel y Lucia López-Reyes*

Durante la última década, los países han llevado a cabo esfuerzos significativos para proteger y valorar su patrimonio biológico, como su riqueza de especies y endemismos. En este contexto, la biotecnología ofrece la oportunidad de convertir la biodiversidad en factor de desarrollo económico y social a través de su valoración, uso sostenible y conservación.

Como ejemplo está el caso de las aplicaciones de la biotecnología a la agricultura que se están extendiendo y se desarrollan sobre una base de conocimientos y plataformas de tecnología. El campo de la biotecnología agrícola ofrece muchas oportunidades de valor agregado, como el uso de el recurso a la ingeniería genética, el desarrollo de biofertilizantes y bioplaguicidas (Redo-Osti *et al.* 2004). La biotecnología agrícola, a través de la utilización de biofertilizantes elaborados con bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fosfatos

y productoras de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, ha introducido grandes avances en los beneficios obtenidos hacia las plantas (Carcaño-Montiel et al. 2004). El proceso biotecnológico de producción de biofertilizantes se realiza a través de la selección de bacterias del género *Azospirillum* o bacterias fosfosolubilizadoras; posteriormente son reproducidas en medios de cultivo adicionados de fuentes de carbono, nitrógeno, sales minerales y vitaminas; finalmente se adicionan a un soporte estéril y se mezclan. Las semillas de maíz o de trigo son recubiertas con la aplicación de 350 g del biofertilizante, con 25 kg de maíz y de 1.2 kg por 120 kg de trigo, previa impregnación de las semillas con un adherente.

Entre los efectos benéficos de las bacterias a las plantas se pueden mencionar la fijación de nitrógeno en forma biológica, la solubilización de fosfatos insolubles a asimilables, estimulación del crecimiento del sistema radical y de la parte aérea de las plantas, incrementando la producción de grano, mayor contenido nutrimental, menor uso de fertilizantes químicos y pesticidas, menores pérdidas de cultivo y menores costos. Además de ser un recurso natural renovable, no causa contaminación, mejora los procesos biológicos del suelo favoreciendo su fertilidad e incrementa la eficiencia de los fertilizantes minerales. Los efectos y ventajas de los biofertilizantes elaborados con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azospirillum* aisladas en el estado de Puebla han proporcionado resultados favorables en diferentes cultivos, en diversos municipios a través de la marca registrada BIOFERTIBUAP (Carcaño-Montiel et al. 2004). Las bacterias solubilizadoras de fosfatos, aisladas de suelos cultivados de maíz en diversos municipios de Puebla, han dado como resultado la creación de la marca registrada BIOFOSFOBUAP.

De esta forma, el manejo de la biodiversidad microbiana poblana a través de biotecnología ha permitido crear tecnologías amigables ecológica y económicamente.

## CONCLUSIÓN

La biodiversidad contribuye directa e indirectamente al bienestar humano. Sin embargo, al hacer uso de ella, se han transformado los ecosistemas naturales, lo que en muchas casos ha generado más pobreza. Tal es el caso de la agricultura, silvicultura y pesca, y el uso desmedido del agua, entre otros, que han permitido invertir en la industrialización y en el crecimiento económico pero los beneficios no se han distribuido equitativamente entre la población.

Para lograr la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad es conveniente adoptar medidas tales como: aumentar la conciencia pública, mejorar la educación, aumentar la coordinación entre sectores responsables de la toma de decisiones sobre el uso de recursos naturales y mejorar la capacidad para evaluar las consecuencias de los cambios en los ecosistemas; además se requiere ofrecer incentivos económicos, tomar en cuenta la biodiversidad en las prácticas empresariales y beneficiar a las comunidades locales con su aprovechamiento adecuado, adoptando medidas y políticas a corto y a largo plazo.

Como estrategias de conservación se requiere de la protección de la calidad del agua para favorecer a la flora y la fauna dulceacuícola; en la agricultura es necesaria la implementación y recuperación de prácticas tradicionales y de la agroforestería, además de fomentar la ganadería diversificada y los sistemas agrosilvopastoriles que disminuyen el impacto sobre el ecosistema.

***Nota:*** *Previo a que esta publicación entrara a prensa, el M. en C. Gerardo Tapia Hervert-Calderón proporcionó información que amplía el tema de uso de especies silvestres para el estado y que se incorpora a continuación:*

- Sentíes (1984) enlistó 247 especies de plantas medicinales en el Valle de Tehuacán, Puebla (Sentíes, A. 1984. Plantas medicinales y sistemas tradicionales de curación del Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 119 pp.)
- Martínez *et al.* 2007, en un estudio de la flora útil de los Cafetales de la Sierra Norte de Puebla, enlistan 319 especies con utilidad pertenecientes a 238 géneros y 99 familias. 256 especies son de distribución natural y 63 introducidas y 90 especies son comerciales. (Martínez-Alfaro, M. A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78(1):15-40. FI .327)
- Como parte de las líneas de investigación del Jardín Etnobotánico Francisco Peláez R. A. C., en su estudio realizado en la zona de San Andrés Cholula, San Andrés Calpan y Huejotzingo, encontró 43 familias, 150 géneros y 208 especies de plantas útiles.

## LITERATURA CITADA


Aguilar Luna E., M. E. Hernández Moreno, G. Yanes Gómez y C. López Téllez. 2009. Conocimiento de la fauna en el Ejido Miguel Hidalgo y Costilla, Tlachichuca, Puebla. Memorias del Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Tlaxcala, México.

Alvarado C. M., F. Lozano R. M. A. Martínez O. y J. A. Colmenero R. 2006. Usos y destinos de los suelos en la región de Cuetzalan, Puebla, México. Investigaciones Geográficas del Instituto de Geografía, UNAM. No. 59. Pp. 43-58.

ANGADI (Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna). 2004. XV Asamblea general Ordinaria y XIV Congreso Nacional de Ganadería Diversificada. Nuevo Laredo Tamaulipas. 60 pp.

Barajas M., J. y C. León G. 1989. Anatomía de maderas de México: Especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones especiales del Instituto de Biología No. 1. UNAM. 163 p.

Barton B. D. y L. P. Merino. 2004. La experiencia de las comunidades forestales en México. Ed. INE-SEMARNAT. P. 139-1412.

Bishop J. y Landell-Mills N. 2003. Los servicios ambientales de los bosques: información general. En: La venta de servicios ambientales forestales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 459 p.

Bocco G, A Velázquez, A Torres y A Chávez. 2000. Evaluación Automatizada del Paisaje, Biodiversidad y Ordenamiento Territorial en La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. En prensa en: Manejo ambiental integral en comunidades. PUMA-UNAM. México.

Bocco, G., Velázquez. A. y A. Torres, 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales, un caso de investigación participativa en México. Interciencia 25:2:64-70 pp.

Boyd, J. y S. Banzhaf. 2006. What are Ecosystem Services? The Need for Standardizing Accounting Units. Resources for the Future.

Carabias, J. Enrique Provencio y Carlos Toledo. 1994, Manejo de recursos naturales y pobreza rural, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Federal de Electricidad, México, 137 pp.

Carcaño-Montiel M. G.; López Reyes Lucía; Martínez-Cruz Angélica y Patrón Ibarra José Cinco. 2003. Biofertilización del maíz con bacterias solubilizadoras de fósforo. Primer encuentro de investigación y transferencia de tecnología del sector agropecuario en el Estado de Puebla. (In extenso). ISBN: 968-839-340-1

Carcaño-Montiel M. G. López-Reyes L y Mascarúa-Esparza M. A. Biofertilizantes: Productos biológicos para una agricultura limpia. 2° Encuentro de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el Estado de Puebla. CECyT y FUPPUE. Abril 2004. Memoria in extenso.

Boletín, Migración Internacional, 1 (4): nov.-dic. México, D.F.

Carcaño Montiel M., Mascarúa Esparza M. A. y López-Reyes L. 2003. Producción y comercialización de inoculantes en México. En: García C. N. E., Valera P. M. A., Tamaríz F. J. V. R., Cruz M. A, Marín C. M. A., Ariola M. J. y Moreno O. A. L.. Suelos: Un enfoque holístico para su manejo y conservación. Memorias del XXI Curso-Diplomado

Internacional de Edafología "Nicolás Aguilera". BUAP, UNAM, CSIC, México-España. ISBN: 968 863 699 1.
Cardy, G. 1994. Las Tierras secas, la gente y el control de la desertificación. Nuestro Planeta. PNUMA, Tomo 6, No 5.
Careaga R. J., M. Riverol R., R. Castelán V., E. Torres T. y F. Martínez R. 2004. Manejo y conservación de los suelos en minifundios de la Sierra Norte de Puebla, BUAP, Fundación Produce Puebla, A. C. e Instituto de Suelos, Cuba. 160 pp.
Carmona R. 2009. Insta CONAGUA a cuidar el agua. Periódico El Sol de Puebla. 22 de Marzo de 2009.
CATIE. 1986. Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. San José Costa Rica. 818 p.
Chapela y Mendoza, Gonzalo. 2000. Pago de Servicios Ambientales; el Caso de México.
Ceballos-Lascurain, H. 1991. Tourism, eco-tourism and protected areas. In Kusler, (ed.) Eco-tourism and Resource Conservation. Vol. 1. Eco-tourism and resource conservation project.
Cervantes Carrillo, O., Zamudio Sánchez, F.., Serrano Gálvez, E.., Musalem, M.A.., Torres Pérez, J.A. 1998. Evaluación financiera de un sistema agroforestal en la región de Zihuateutla, Puebla. En: Musalem, M.A. Curso de sistemas agrosilvopastoriles. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-10
CNA. Programa Nacional Hidráulico 2001-2006.
CNA. 2001. Compendio Básico del Agua en México 2002, tercera edición.
CNA. 2003. Estadísticas del Agua en México, primera edición.
CONAFOR. 2004. Regiones de la CONAFOR. http://www.conafor.gob.mx/regiones-conafor/zona 10.htm.08/12/04.
CONAFOR. 2007. Reglas de operación del programa proárbol de la Comisión Nacional Forestal.
CONAFOR 2009, PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO 2009 EN EL ESTADO DE PUEBLA
CONAPO. 2002. Síntesis del estudio binacional México-EUA sobre Migración.
CONAPO. 2007. Estrategia de Conservación para el Desarrollo 2007-2012. México, D. F.
De la Vega, S. Y.M. 2003. Situación de los peces dulceacuícolas en México. Ciencias. octubre-diciembre. Núm. 072. UNAM. Pp. 20-306.2.2.1
DOF. Diario Oficial de la Federación. 2000. NOM-127-SSA1-2000.
Dorado Oscar, Arias Dulce M., Ramírez Rolando y Sousa Mario. 2007. Leguminosas de la Sierra de Huautla, CEAMISH, pp 89, 93, 95 y 111.
Franco, G. F. J. 1999. Estrategias de pastoreo y aportaciones a la optimización de la Explotación Caprina en la Mixteca Oaxaqueña. México. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. España.
Franco, F. J; Gómez, G. D., Mendoza, R., Bárcena, R., Ricalde, R., Plata, J., Hernández, J. 2005. Influence of plant cover on dietary selection by goats in the Mixtec Region of Oaxaca, Mexico. 2005. Journal of Applied Animal Research. Vol. 27: 95-100.
Gaspar-Dillenes M. T. 2005. La ictiología en México: un punto de vista de la Sociedad Ictiologica Mexicana A. C. (SIMAC). Revista Digital Universitaria. Vol. 6. No10. Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM. http://www.revista.unam.mx/ vol.6/num10/art101/art101/htm 6pp.
García S., R. y Mendoza C., N. A. 1998. Catálogo de los principales productos forestales no maderables comercializados en la Sierra Norte de Oaxaca. SERBO, A.C./Grupo Mesófilo. (Reporte de Resultados). 28 p.
Guzmán Ulises, Arias Salvador y Dávila Patricia. 2007. Catalogo de Cactáceas Mexicanas; México. pp. 138-147.
Gómez Cuadros B., G. Yanes Gómez y C. López Téllez. 2008. Análisis de los usos de los mamíferos terrestres en la unidad de manejo Tlalhuayan, San Juan de los Ríos, Chiuatla de Tapia Puebla, Memorias Congreso Nacional de Mastozoología, Jalisco, México.
Guizar, E. y Sánchez, A. 1991. Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección de Difusión Cultural. División de Ciencias Forestales. Montecillo, Estado de México.
Harlan, J. 2000. Environmental Policies in the New Millennium: Incentive-Based Approaches to Environmental Management and Ecosystem Stewardship. WRI: Washington, D.C.
Hernández-Hernández, J. E., Franco, G. F. J., Zamítiz, G. J. & Pedraza, O. R. 2004. Caracterización social de un sistema de producción caprina en la comunidad de Piaxtla en la Mixteca Poblana. Memorias. VI Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería". Estación Experimental de Pastos y Forrajes, (EEPFIH). Holguín, Cuba.
Hernández Z.J.S., Oviedo M.R., Martínez S.A., Carreón L.L., Reséndiz M.R., Romero B.J.O., Ríos M.J., Zamitiz G.J. y Vargas L.S. 2005. Situación del Guajolote común en la comunidad de Santa Úrsula (Puebla, México). VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. pp 277 – 280.
Hernández Z. J. S. y Reséndiz M. R., (eds.). 2006. Uso de los Recursos Zoogenéticos: Los Pavos. B. Universidad Autónoma de Puebla. 114 pp. ISBN: 968 863 922-2.
Hernández, Z. J. S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): Contribución de la especie caprina y sistemas de producción. Arch. Zootec. 49: 341-352.
Hernández-Hernández, J.E. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca poblana: socieconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis doctoral. Universidad de Camagüey, Cuba.
INEGI. 2009. Regiones Hidrologicas. http//mapserver.inegi.org.mx/geografía/espanoñ/estado/pue/rh.cfm?c=444&e=21
López-Olguín, J.F. 1994. Investigación agrícola en una zona marginada del estado de Puebla. Elementos. No. 20. Vol. 3 pp. 26-32
Linares, E. 1993. Proyecto materias primas vegetales utilizadas en artesanía en Colombia. Santafé de Bogotá. Jardín Botánico José Celestino Mutis.
López Téllez M. C., M. E. Hernández Moreno, D. Jiménez Ramos, A. Fernández Crispín y G. Yanes Gómez. 2007. Diagnostico socioeconómico de las unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre en el Estado de Puebla, México. III Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente (CISDA), Universidad Nacional de Costa Rica.
López Téllez M. C., D. Jiménez Ramos, M. E. Hernández Moreno y G. Yanes Gómez. 2009. Manejo extensivo en las unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre en la mixteca poblana. Congreso de Ciencias Ambientales, Tlaxcala.
Loredo-Osti C., López-Reyes L. y Espinosa-Victoria D. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. Terra Latinoamericana. 22:225-239.

Luna, G.G.M. 1994. Diagnóstico de la industria de aserrío en el estado de Puebla. Tesis profesional. División de Ciencias Forestes. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco estado de México. 111 pp.

Mallén, R, C., Guerra, D, V., Tamarit, U, J. 2005. El manejo de bosques templados en Puebla. Criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad. Libro técnico No. 1, CENID-COMEF. México, D.F. SDR. INIFAP. 262 pp.

Masera, O., 1996. Desforestación y degradación forestal en México. Documento de Trabajo #19, GrupoInterdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. Pátzcuaro, México.

Masera, O., Masera, D. y Navia, J. 1997,Dinámica y uso de los recursos forestales en la Región Purépecha: El Papel de las Pequeñas Empresas Artesanales. Documento de Trabajo #22, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. Pátzcuaro, México.

Meffe, G. y Carrol, C. 1997. Principles of Conservation Biology. 2da Edición Sinauer Associates, INC. Publishers. EUA. 729 pp.

Mier y Reyes, R. del C. 1994. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thomson Editores. México. Pp. 666.

Miranda, A. 1993. Manejo de Fauna Silvestre. Ciencias, No. Especial 7, mayo de 1993:103:110.

Miralles P. J. y A. Rosselló Campins. 2006. Quaderns dePau iSolidaritat. Direcció General de Cooperació, Conselleria d'Inmigració, Diciembre. Pg. 68.

Nair, R.P.K. 1989. Agoforestry: An aproach to sustainable land use in the tropics. En: Agroecology and small farm development. 121-136. Altieri, M.A. y S. B. Hecht (Eds). CRC Press USA.

Ocampo F. I., J. F. Escobedo C. y B. Ramírez V. 2008. El agua recurso en crisis. Ra Ximhai, Vol. 4 No. 1. 173-181.

Palomo Pérez S. 2006. La planificación del ecoturismo mediante la Ayuda Oficial al Desarrollo y el principio de participación comunitaria". Sociedad de Planificación y Desarrollo. Málaga, España. Pg. 4.

Paredes-Flores Martín, Lira-Saade Rafael y Dávila-Aranda Patricia D. 2007. Estudio Etnobotánica de Zapotitlán Salinas Puebla; Acta Botánica Mexicana, Abril No. 79; Instituto de Ecología A.C. Patzcuaro, México; pp. 13-61.

Primack, R. B. 1993. Chapter 11: The Problems of Small Populations. Pp. 253-276, In: Essentials of Conservation Biology. Simover Associates Inc. Sunderland, Massachusetts, 564 pp.

Quesada J. E. 2009. El cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmosfera. PROFEPA. En app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/pdf/2_info_resumen.

Ramírez Vera B., M. E. Hernández Moreno, G. Yanes Gómez y C. López Téllez. 2009. Uso de la mastofauna en dos comunidades de la región de la Mixteca Poblana. Memorias del Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Tlaxacala, México.

Rapo, M. S. 1997. La ganadería bovina en Puebla y México. Colección Pensamiento Económico. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Primera Edición México.

Retana, O. G. 2006. Fauna silvestre de México: Aspectos históricos de su gestión y conservación. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Rivera Morales, I. y F. Miranda. 1942. "Nombres vulgares de plantas en el S.O. del Estado de Puebla", Anales del Instituto de Biología (UNAM), vol. 13.

Ruíz J., V. Tamariz, E. Calderón, J. A. Ticante y A. Cruz. 1998. La desertificación en el Estado de Puebla. Elementos 32. 51-55.

Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Ed. Limusa-Noriega. 6ª reimpresión. México. pp. 432.

Sansoucy, R. 1995. Livestock-a driveng force for food security and sustainable development. Revista Mundial de Zootecnia. 84/85 (3/4): 5-17.

SDR. Secretaría de Desarrollo Rural. 2007. Cadenas productivas agropecuarias y acuícolas del Estado de Puebla. Autor Puebla. 983 pp.

SECTUREP. 2007. Indicadores básicos de la actividad turística en Puebla. http://www. Catarina. udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ihr/ariza…/bibliografía.pdf

Silva Gomez, S. E., A. Muñoz O., M. L. de la Isla de B. y S. Infante G. 2002. Contaminación ambiental en la región de Atlixco: 1. Agua. Terra Volumen 20. No 3.

SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 1999. Diario Oficial de la Federación. Sexta. Sección. Viernes 26 de Febrero de 1999.

Toledo, V. M. 1994. Bio-Economic Costs. En: T. E. Downing, S. B. Hacht, H. A. Pearson y C. García (Eds.). Development or Destruccion: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America. Westview, Boulder, Colorado. Pp 67-93.

Toledo, V., y Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria. Barcelona España.

Valera-Herrera R., G. Yanes-Gómez; M. C. López-Téllez. 2008. Estudio etnozoológico de los mamíferos carnívoros del Municipio de Chignautla, Puebla. Memorias Congreso Nacional de Mastozoología, Jalisco, México.

Vidal L. A. y D. Márquez. 2007. Turismo y territorio: El desarrollo local sostenible al centro del debate. Pensamiento Global para el Desarrollo Local, Centro Internacional de Formación, Organización Internacional del Trabajo. Numero 4, Pg. 3.

Villarreal E. B. O. y R. V. Guevara V. 2002. Distribución regional del venado cola blanca mexicano (Odocoileus virginianus mexicanus) en la Mixteca Poblana, México. Rev. Prod. Anim. Vol. 14. No. 2. 35-40.

Villarreal, O. y Marín, M. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. Archivos de Zootecnia. Vol. 54 Num. 206-207, pp. 191-196.

Villarreal, O.A. 2006. Conservación y manejo del venado cola blanca mexicano como propuesta del modelo de ganadería diversificada en la Mixteca Poblana, México. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey. Cuba. 114 p.

Villarreal E. B. O. 2008. Factibilidad Bio–Económica de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. 3er Simposio sobre Fauna Cinegética de México. Puebla, Méx..

Villarreal, O., Franco, J. E., Hernández, J. E., Romero, S., Hernández, T., Guevara, R. 2008. Evaluación de la UMAS de venado cola blanca en la región Mixteca, México. Zootecnia Tropical. Vol. 26, No.3 pp. 395-398.

Villegas-Soto M., T. R. Trujillo y A. Gómez-Tagle-Rojas. 1997. Los suelos de la región de Tehuitzingo, Estado de Puebla. Instituto de Geología, UNAM. Vol. 1 No. 2, 195-203.

Wunder S. 2006. Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales. Centro Internacional de Investigación Forestal. Indonesia. 32 p.

Yanes D. G. 2009. Informe sobre la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala. Conacyt. Pp. 337.

CAPÍTULO

# 7

Crecimiento urbano en el municipio de Puebla; se observan procesos de erosión severa, deposición de basura y deshechos de construcción. Foto: Gonzalo Yanes.

CAPÍTULO 7

# AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD

*COORDINADOR:*
*Gonzalo Yanes Gómez*

## INTRODUCCIÓN

*Gonzalo Yanes Gómez*

El estudio de la biodiversidad ha revelado que las actividades humanas ejercen una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas. Así, mientras muchas especies disminuyen en abundancia y distribución, otras incrementan su población de forma explosiva hasta constituirse, en algunos casos, en plagas (Peña- Jiménez y Neyra- González 1998).

Esta situación mundial es parte de lo que se ha denominado la *crisis de la biodiversidad* (Dirzo 1990). La manera más simple de percibirla es mediante la reducción del tamaño de las poblaciones silvestres ocasionada por:

(1) Sobreexplotación por parte del hombre, incluyendo actividades legales (como la pesca) e ilegales (como el tráfico de especies amenazadas).
(2) Destrucción de hábitats causada por diversas actividades productivas que incluyen principalmente la deforestación.
(3) Los efectos negativos de las interacciones con enemigos naturales introducidos o favorecidos por las actividades humanas (como depredadores, patógenos y competidores).
(4) La influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizados en la fertilización de suelos, fumigación de cultivos y la construcción de grandes obras de ingeniería (contaminación).
(5) Por catástrofes naturales tales como incendios, erupciones, inundaciones y terremotos (Ehrlich y Ehrlich 1992, WCMC 1992).

Las amenazas que atentan contra la integridad y permanencia de los recursos naturales y la biodiversidad se pueden manifestar a nivel de ecosistemas, especies y genes, por lo que sus efectos pueden ser de amplio espectro e incluso acumulativos.

Dentro de las amenazas a nivel de ecosistema se identifican: el cambio global, el cambio climático, la erosión, la fragmentación del hábitat, la contaminación, la disminución de la riqueza y abundancia de especies y los efectos acumulativos de todas éstas (MEA 2005).

En lo que respecta a las especies, se identifican como amenazas: la introducción, la erradicación y el comercio ilegal e irracional de las mismas (Vitousek *et al.* 1996).

La introducción de especies exóticas, la pérdida de germoplasma (variabilidad), las especies modificadas (variedades mejoradas), la biotecnología (clonación) y la bioseguridad (riesgo de liberar organismos modificados genéticamente al medio ambiente) son claras amenazas que afectan a la diversidad genética (Peña- Jiménez y Neyra-González 1998).

En este capítulo se presenta la situación de cambios de uso del suelo y vegetación, así como estudios de caso sobre flora y fauna amenazadas por el hombre o por causas naturales y concluye con información respecto de la contaminación de cuerpos de agua en el estado.

## CAMBIOS A NIVEL DE ECOSISTEMAS: CAMBIOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN 1980-2000

### Instituto Nacional de Estadística y Geografía

*María Lourdes Guevara Romero*

Del año 1980 al 2000, el 70 % del territorio del estado de Puebla no presentó cambio alguno en el uso del suelo, ni en la cobertura vegetal; sólo en el restante 30 %, se observaron transformaciones que

se han englobado en los siguientes conceptos: deterioro o recuperación de la vegetación, incrementos o decrementos de las áreas agrícolas, incrementos o decrementos de los pastizales (tanto cultivados como inducidos), transiciones al interior de las áreas agrícolas y de los pastizales (en este caso se trata de cambios en los distintos tipos de agricultura: riego, temporal o permanente y semipermanente, y de los pastizales cultivados o inducidos), e incrementos de las áreas urbanas. La magnitud de estos conceptos se presenta en la Figura 7.1 y su complemento en el Cuadro 7.1.

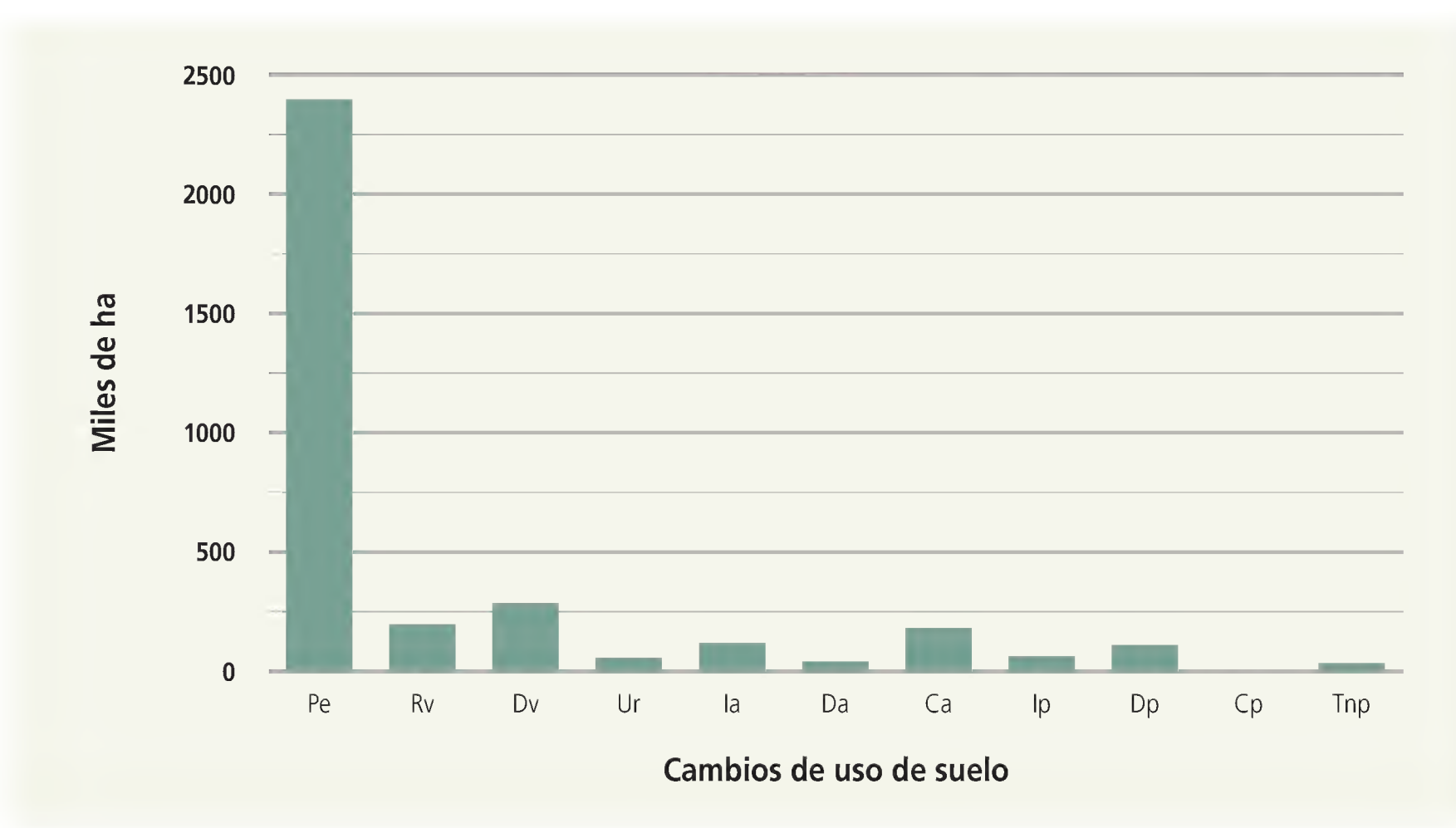
Dentro de las clases de cambio, la de mayor magnitud corresponde a la de los deterioros de la vegetación, abarcando un área de 279 mil ha, seguido por el de recuperaciones de la vegetación con 195 mil ha y, en tercer lugar, los cambios al interior de la agricultura con 175 mil ha; en éste, el paso de agricultura de temporal anual a agricultura semipermanente y permanente tuvo un fuerte impacto (Figura 7.2).

En el caso del crecimiento de zonas urbanas, el resultado que arroja este comparativo no tuvo la representatividad adecuada debido a que las áreas urbanas no fueron contempladas en la *Carta de uso del suelo y vegetación* del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1980).

Por otra parte, es importante recalcar que el análisis de los impactos a la cobertura vegetal, tanto positivos como negativos, no son robustos, pues en el Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT 2001) se agruparon las clases de vegetación primaria arbórea y secundaria, lo que reduce la posibilidad de reconocer de manera más contundente el estado real de los bosques y selvas en el estado .

En la Figura 7.3 y en el Cuadro 7.2 se presenta la distribución de los distintos usos del suelo del territorio del estado y su comparación en tres fechas: 1980, 1993 y 2000, así como una estimación al 2020.

AR Agricultura anual, semipermanente y permanente con riego (incluye riego eventual), TA Agricultura de temporal donde el cultivo anual es




***Pe*** *Permanencias;* ***Rv*** *Recuperación vegetación;* ***Dv*** *Deterioro vegetación;* ***Ur*** *Urbanización;* ***Ia*** *Incremento agricultura;* ***Da*** *Decremento agricultura;* ***Ca*** *Cambios agricultura;* ***Ip*** *Incremento pastizales;* ***Dp*** *Decremento pastizales;* ***Cp*** *Cambios pastizales;* ***Tnp*** *Transición no posible.*

**Figura 7.1** Tipología de cambios de uso del suelo, 1980-2000

**Cuadro 7.1** Permanencias y grandes grupos de cambios de uso del suelo y vegetación 1980- 2000

| | Superficie ha | % |
|---|---|---|
| Permanencias | 2 396 278 | 70 |
| Deterioro vegetación | 278 888 | 8 |
| Recuperación vegetación | 195 521 | 6 |
| Cambios agricultura | 174 935 | 5 |
| Incremento agricultura | 112 520 | 3 |
| Decremento pastizales | 103 793 | 3 |
| Incremento pastizales | 55 139 | 2 |
| Urbanización | 49 477 | 1 |
| Decremento agricultura | 33 408 | 1 |
| Transición no posible (ID) | 25 665 | 1 |
| Cambios pastizales | 2 406 | 0 |
| **Total** | **3 428 030** | **100** |

dominante (incluye agricultura de humedad), TP Agricultura de temporal donde los cultivos permanentes y/o semipermanentes son dominantes, PC Pastizal cultivado, PZ Pastizal inducido, pradera de alta montaña y pastizal natural, BF Bosques primario y secundario arbóreo de coníferas: oyamel, ayarin, cedro, pino y táscate; incluye bosques de pino-encino, encino-pino, bosques de galería y plantación forestal, BD Bosque primario y secundario arbóreo de encinos, BM Bosque mesófilo de montaña (primario y secundario), SH Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, SS Selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia, VM Matorrales crasicaule y desértico rosetófilo en condiciones primarias, VV Popal, tular y vegetación halófila y gipsófila, VS Áreas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea de las diversas comunidades boscosas, selváticas y de matorrales en el estado de Puebla, DV Áreas desprovistas de vegetación, ZU Zonas Urbanas, $H^2O$ Cuerpos de agua: presas, lagunas.

## INSECTOS Y PATÓGENOS QUE AFECTAN A LAS ÁREAS ARBOLADAS DE PUEBLA

*David Cibrián Tovar*

En 2008, con técnicos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el autor realizó un diagnóstico sobre la salud que guardan las áreas forestales de las ocho regiones en que se divide el estado de Puebla; en cada región se reconoció a los principales problemas de índole fitosanitario. Cada uno de los organismos de mayor importancia fue analizado en detalle y se propusieron alternativas específicas de manejo (Cibrián *et al.* 2008). Para este documento se realizó un resumen sólo con aquellas especies que se consideraron de mayor importancia en cada uno de los principales tipos de vegetación.

### Bosque de pino

En estas comunidades el principal problema es sin duda el causado por los insectos descortezadores

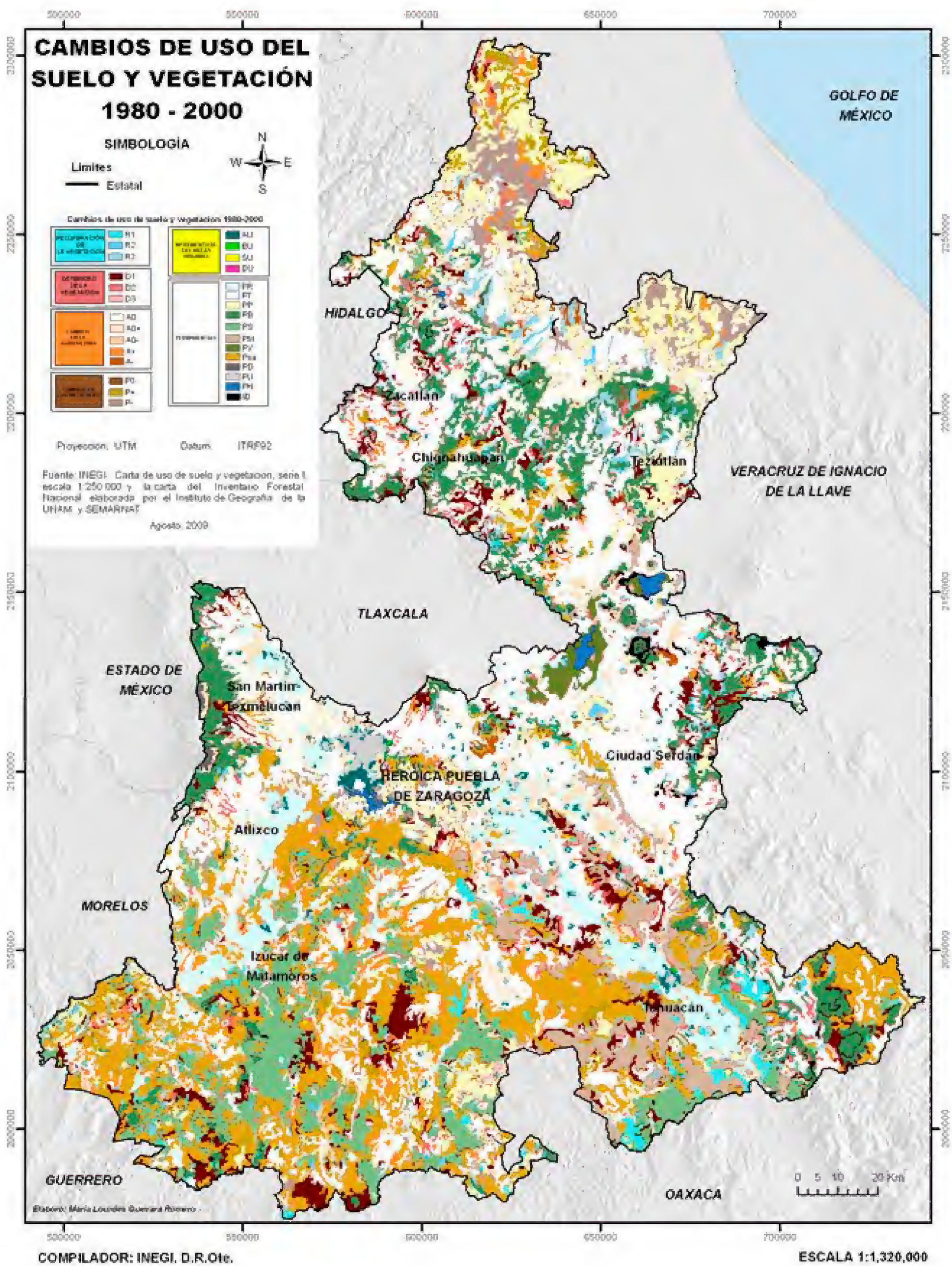
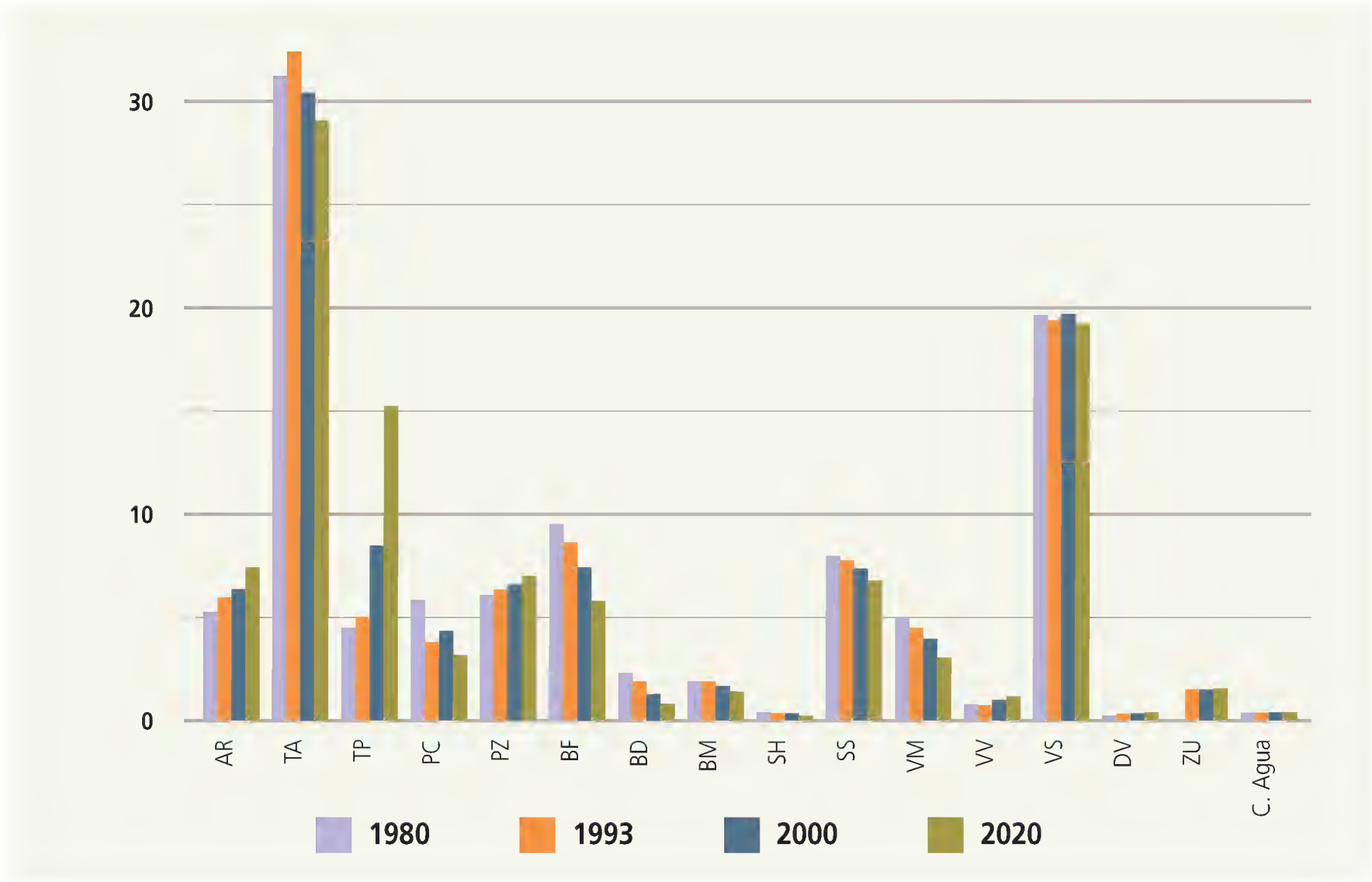



**Figura 7.2** Cambios de uso de suelo y vegetación 1980-2000




***AR:*** *Agricultura anual con riego;* ***TA:*** *Agricultura de temporal con cultivo anual dominante;* ***TP:*** *Agricultura de temporal con cultivos permanentes y/o semipermanentes dominantes;* ***PC:*** *Pastizal cultivado;* ***PZ:*** *Pastizal inducido;* ***BF:*** *Bosques arbóreo de coníferas;* ***BD:*** *Bosque arbóreo de encinos;* ***BM:*** *Bosque mesófilo de montaña;* ***SH:*** *Selva perennifolia y subperennifolia;* ***SS:*** *Selva caducifolia y subcaducifolia;* ***VM:*** *Matorrales crasicaule y desértico rosetófilo en condiciones primarias;* ***VV:*** *Popal, tular y vegetación halófila y gipsófila;* ***VS:*** *Áreas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea;* ***DV:*** *Áreas desprovistas de vegetación;* ***ZU:*** *Zonas urbanas;* ***Cuerpos de agua:*** *presas, lagunas.*

**Figura 7.3** Uso del suelo y cobertura vegetal en el estado de Puebla, 1980, 1993, 2000 y estimación al 2020.

de los géneros *Dendroctonus* e *Ips*; del primero se encuentran *Dendroctonus adjunctus* y *D. mexicanus*, que se califican como plagas primarias capaces de matar árboles sanos. *D. adjunctus* se encuentra en los pinares de grandes altitudes, afectando principalmente a los bosques de *Pinus hartwegii* y *Pinus rudis*.

El descortezador *D. mexicanus* se ubica en los pinares de altitudes medias y sus hospedantes principales son *Pinus leiophylla, P. montezuma, P. patula* y *P. pseudostrobus*. Las infestaciones de ambos descortezadores modifican el paisaje e inciden en la composición de especies arbóreas, además de afectar económicamente a los dueños de terrenos forestales. Las especies *Ips bonanseai, I. integer, I. lecontei* el. *calligraphus*, junto con *Neoips mexicanus,* se han considerado secundarias, y lo son en la mayoría de los casos; sin embargo, en condiciones de alto impacto a la salud de los árboles, como daños por incendios o por sequías prolongadas, estos insectos logran causar la muerte de árboles debilitados (Cibrián *et al.* 1995). En las regiones de Zacatlán-Chignahuapan y Teziutlán, en algunas plantaciones de *Pinus patula* que se establecen en sitios fuera del rango de distribución altitudinal de la especie, se presentan como plaga principal.

En Puebla existen rodales residuales de pino piñonero *P. cembroides* (también llamado *P. cembroides* subsp. *orizabensis*) en terrenos con baja precipitación y suelos someros. En estos árboles la producción de piñón es severamente reducida por un complejo de insectos que reducen la cosecha en más del 50 % y en ocasiones hasta en más del 70 % del total de conos (Cibrián *et al.* 1986). El barrenador *Conophthorus cembroides* es la principal plaga, pero también la chinche semillera, *Leptoglossus occidentalis* es de importancia; otros insectos como *Eucosma bobana* y las mosquitas *Dasineura* spp. contribuyen en la mortalidad de conos y conillos.

El impacto generado por este conjunto de insectos afecta seriamente la regeneración de rodales y la producción de semillas comestibles.

**Cuadro 7.2** Uso del suelo y vegetación, 1980, 1993, 2000 y 2020

| Uso del suelo | 1980 | 1993 | 2000 | 2020 |
|---|---|---|---|---|
| AR | 5 | 6 | 6 | 7 |
| TA | 31 | 33 | 31 | 29 |
| TP | 4 | 5 | 8 | 15 |
| PC | 6 | 4 | 4 | 3 |
| PZ | 6 | 6 | 7 | 7 |
| BF | 10 | 9 | 7 | 6 |
| BD | 2 | 2 | 1 | 1 |
| BM | 2 | 2 | 2 | 1 |
| SH | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SS | 8 | 8 | 7 | 7 |
| VM | 5 | 4 | 4 | 3 |
| VV | 1 | 1 | 1 | 1 |
| VS | 20 | 19 | 20 | 19 |
| DV | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZU | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Cuerpos de agua | 0 | 0 | 0 | 0 |

***AR:*** *Agricultura anual, semipermanente y permanente con riego (incluye riego eventual);* ***TA:*** *Agricultura de temporal donde el cultivo anual es dominante (incluye agricultura de humedad);* ***TP:*** *Agricultura de temporal donde los cultivos permanentes y/o semipermanentes son dominantes;* ***PC:*** *Pastizal cultivado;* ***PZ:*** *Pastizal inducido, pradera de alta montaña y pastizal natural;* ***BF:*** *Bosques primario y secundario arbóreo de coníferas: oyamel, ayarin, cedro, pino y táscate; incluye bosques de pino-encino, encino-pino, bosques de galería y plantación forestal;* ***BD:*** *Bosque primario y secundario arbóreo de encinos;* ***BM:*** *Bosque mesófilo de montaña (primario y secundario);* ***SH:*** *Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia;* ***SS:*** *Selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia;* ***VM:*** *Matorrales crasicaule y desértico rosetófilo en condiciones primarias;* ***VV:*** *Popal, tular y vegetación halófila y gipsófila;* ***VS:*** *Áreas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea de las diversas comunidades boscosas, selváticas y de matorrales en el estado de Puebla;* ***DV:*** *Áreas desprovistas de vegetación;* ***ZU:*** *Zonas urbanas;* ***Cuerpos de agua:*** *presas, lagunas.*

Después de los insectos descortezadores de pinos, la segunda plaga forestal en el estado son las plantas parásitas, principalmente muérdagos enanos del género *Arceuthobium*. Los bosques de pino, especialmente de *Pinus hartwegii* y *P. oaxacana*, están infectados. Los rodales afectados se encuentran en todas las regiones aunque con mayor severidad en la Sierra Nevada, la Sierra Negra y la Malinche. Las especies de mayor importancia son *Arceuthobium globosum* subsp. *grandicaule*, *A. nigrum* y *A. vaginatum* subsp. *Vaginatum*.

En la Sierra Negra también existen infecciones por plantas parásitas del género Cladocolea, consideradas de medias a severas y obligan al manejo mediante podas y aclareos (Hernández 1994).

### Encinares

En los encinares del estado, los muérdagos verdaderos del género *Phoradendron* están ampliamente distribuidos y comprenden siete especies: *P. falcatum, P. falcifer, P. galeottii, P. lanceolatum, P. longifolium, P. purpusi* y *P. velutinum* (Cibrían *et al.* 2007). Algunas son de gran importancia para los encinos y otros árboles que acompañan, especialmente *P. velutinum*, que además afecta varios frutales de valor económico importante.

### Bosque mesófilo de montaña

En el bosque mesófilo, en donde existe *Liquidambar macrophylla*, se encuentra el muérdago *P. falcifer,* parásito que infecta severamente a las poblaciones de *Liquidambar* y que causa debilitamiento y muerte de ramas. Las infecciones se presentan en árboles residuales que han quedado en los márgenes de potreros o campos de cultivo y son utilizados por las aves para posarse, momento en el que consumen los frutos de estos muérdagos y aprovechan las cubiertas pero la semilla pasa intacta a través del tracto digestivo del ave y sale en las heces del animal, proceso que favorece la germinación y que propicia la dispersión de la plaga.

Desde el punto de vista de la sanidad forestal, las especies arbóreas del bosque mesófilo están poco estudiadas, sin embargo, se conoce de un problema de importancia en el árbol *Ocotea puberula,* llamado popularmente resbaloso o zopilote; la madera de este árbol tiene fuerte demanda entre los carpinteros y es buscada continuamente, aunque las poblaciones de esta especie son cada vez más escasas. Los viveristas de la región de Xicotepec de Juárez buscan producir el árbol, sin embargo, uno de los insectos denominados brocas consume más del 90 % de los frutos y con ello hace casi imposible disponer de semilla sana. El insecto responsable de la pérdida de semilla se llama *Pagiocerus frontalis* que pertenece al grupo de barrenadores tipo broca del café; además de afectar a los frutos de este valioso árbol también ataca los frutos de aguacate y los granos de maíz almacenado (Wood 1982).

### Zonas áridas

En las zonas áridas de la Mixteca Poblana existen especies de alto valor y destaca el tetecho (*Neobuxbaumia tetetzo*), común en la región de Tehuacán; en esta cactácea columnar se tienen infestaciones por insectos barrenadores, tanto coleópteros cerambícidos como lepidópteros.

Las infestaciones por este conjunto de especies son evidentes en varias áreas, tanto en áreas naturales protegidas como en terrenos privados. Los tetechos infestados muestran deformaciones en el tallo y gradualmente pierden vigor; en las lesiones provocadas por los insectos se encuentran bacterias que aceleran la muerte de la planta. Este conjunto de insectos y patógenos se detecta como una amenaza a la biodiversidad de estas regiones, sin embargo, se requieren estudios adicionales que permitan disponer de información para una mejor toma de decisiones.

### Sierra Norte

En la parte tropical del norte de Puebla se tienen poblaciones naturales de cedro rojo *Cedrela odorata,* especie famosa por su madera de alta calidad; en este árbol se tienen infestaciones severas por el barrenador *Hypsipyla grandella*. En varias regiones, desde Xicotepec de Juárez hasta Ayotoxco, se han establecido plantaciones para enriquecer cafetales, cultivos agrícolas o potreros abandonados; en muchas de ellas se tienen infestaciones tan severas que los productores las abandonan para cambiar a otras opciones; sin embargo, otros productores logran plantaciones con infestaciones tolerables. Este barrenador puede ser manipulado al seleccionar cuidadosamente los terrenos a plantar, al identificar y utilizar semillas de árboles tolerantes y al aumentar la diversidad de especies arbóreas en los terrenos a reforestar; tal es el caso al plantar especies nativas no hospedantes como especies de *Tabebuia* u *Ocotea*.

## IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS A LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN

*José Carlos Pizaña Soto y Cecilia Leticia Hernández Hernández*

Los objetos de conservación son aquellas entidades, características o valores que se quieren conservar en un área como especies, ecosistemas u otros

aspectos importantes que en conjunto representan la biodiversidad del área (Granizo *et al.* 2006). Las Áreas Naturales Protegidas en la República Mexicana están inmersas en una complejidad de tipo socio-político-ambiental debido a que los centros de población ejercen una fuerte presión sobre los recursos naturales; las comunidades van ocupando y transformando grandes áreas de su territorio para su subsistencia. En la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán la situación no es diferente. El Valle de Tehuacán ha tenido asentamientos humanos desde el 7 000 a.C.; con la domesticación del maíz pasaron de ser cazadores recolectores a agricultores (*Zea mays* L.), influyendo en el desarrollo de las culturas y civilizaciones de Mesoamérica. Entre ellos, los grupos étnicos de los mixtecos, mazatecos, chinantecos, nahuas, chocholtecos, popolocas, cuicatecos e ixcatecos se desarrollaron dentro del valle, tal como se corrobora con las investigaciones antropológicas realizadas por MacNeish (1972).

Para conocer la problemática ambiental de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se realizaron 13 talleres participativos de diagnóstico ambiental y social (talleres de *"Expertos"* y talleres regionales).

A través de ellos se identificaron las actividades antrópicas (presiones) que se desarrollan en la Reserva de la Biosfera y que por sus características ocasionan impactos a los sistemas u objetos de conservación. De igual forma se identificaron los impactos más relevantes ocasionados por las presiones, siendo calificadas por su ubicación, extensión, intensidad y temporalidad (Cuadro 7.3).

### Bosques de Cactáceas Columnares

Las amenazas principales del bosque de cactáceas columnares son las siguientes:

a) La conversión a agricultura incompatible con la conservación, b) las prácticas ganaderas, c) el crecimiento urbano, e) la generación de desechos sólidos, f) el desarrollo de infraestructura vial y g) plagas (descortezadores, parásitos y fitoparásitos).

### Bosque Mesófilo de Montaña

Dentro de los problemas que existen para éste objeto de conservación se encuentran:

a) La conversión a agricultura y ganadería, b) el saqueo de especies, c) el desarrollo de infraestructura vial y d) las prácticas de caza y/o recolección.

### Matorral Xerófilo

Este objeto presenta muy alta presión con ocho amenazas principales:

a) Conversión a agricultura, b) ganadería, c) el saqueo de especies, d) las prácticas forestales e) el desarrollo de infraestructura, f) la generación de desechos sólidos, g) el uso del fuego, h) la explotación o exploración minera (extracción de materiales pétreos) e i) las plagas (descortezadores, parásitos y fitoparásitos).

### Comunidades Ribereñas

Este objeto de conservación presenta niveles altos de presión, como los siguientes:

a) Prácticas pesqueras incompatibles con la conservación, b) contaminación puntual c) la extracción de materiales de construcción como grava, piedra y arena y d) establecimiento de represas o de estructuras de captación de agua que ocasionan la presencia de especies invasoras (exóticas y/o nativas); estas son obras que producen problemas por el alto costo y por su vida útil limitada debido a la gran cantidad de azolve que lleva el agua, que inutiliza en pocos años la enorme inversión realizada. En conjunto ocasionan la alteración de la composición biológica, así como la alteración de la calidad de agua que pone en riesgo la permanencia de las especies que se distribuyen actualmente.

### Selva Baja Caducifolia

Este objeto de conservación con niveles altos de presión cuenta con ocho amenazas activas en el sitio:

a) La conversión a agricultura, b) las actividades ganaderas incompatibles con la conservación, c) el saqueo de especies, d) los desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos), e) la presencia y modernización de infraestructura vial, f) los incendios provocados, g) las prácticas de caza o recolección y h) la explotación o exploración minera.

### Bosque de Coníferas y Latifoliadas

El objeto de conservación tiene niveles muy altos de presión, con siete amenazas activas en el sitio, cuatro son una fuente de presión muy alta y tres de nivel alta y son las siguientes:

a) La conversión a agricultura, b) el desarrollo y modernización de infraestructura vial, c) los incendios

**Cuadro 7.3** Actividades antrópicas e impactos ambientales causados sobre los objetos de conservación en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

| Actividades antrópicas | Impactos ambientales ocasionados |
|---|---|
| 1. Conversión a agricultura, ganadería o silvicultura | 1. Destrucción o pérdida del hábitat |
| 2. Prácticas ganaderas incompatibles con la conservación | 2. Composición biológica alterada |
| 3. Crecimiento urbano | 3. Alteración de la calidad del suelo |
| 4. Saqueo | 4. Conectividad alterada |
| 5. Desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos) | 5. Destrucción directa de un sistema |
| 6. Desarrollo de infraestructura vial | 6. Régimen (micro) climático alterado |
| 7. Prácticas de caza o recolección incompatibles con la conservación | 7. Régimen hidrológico alterado |
| 8. Incendios provocados por humanos | 8. Niveles alterados de parasitismo |
| 9. Explotación o exploración minera incompatible (extracción de materiales pétreos) | 9. Alteración de la calidad del agua |
| 10. Prácticas pesqueras incompatibles con la conservación | 10. Mortalidad excesiva |
| 11. Contaminación puntual | 11. Cambios de disponibilidad de alimentos |
| 12. Represas o captaciones de agua | 12. Reproducción alterada |
| 13. Introducción de Especies invasoras (exóticas y/o nativas) | 13. Régimen de fuego alterado |
| 14. Plagas (descortezadores, parásitos, fitoparásitos) | |
| 15. Desarrollo de infraestructura para servicios públicos | |
| 16. Uso turístico y recreativo incompatible con la conservación | |
| 17. Extracción excesiva de productos forestales no maderables | |
| 18. Prácticas forestales incompatibles con la conservación | |
| 19. Contaminación difusa | |
| 20. Modificación de ciclos biogeoquímicos | |
| 21. Cadenas tróficas | |

forestales, d) las prácticas forestales incompatibles con la conservación, e) el saqueo de recursos forestales, f) las prácticas de caza o recolección incompatibles con la conservación y g) las plagas forestales por insectos, muérdagos y hongos.

### Refugios

Las presiones que se presentan para este objeto de conservación son las siguientes: a) saqueos, b) desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos), c) contaminación difusa (no puntual), d) especies invasoras (exóticas y/o nativas), e) prácticas pesqueras incompatibles con la conservación y f) usos turísticos y recreativos incompatibles con la conservación.

### Palmares

Este tipo de objeto es difícil de evaluar pues se considera que es consecuencia de disturbios sobre otros

**Cuadro 7.4** Principales amenazas que tienen los objetos de conservación.

| Amenazas / objetos de conservación | BCC | BMM | MX | CR | SBC | BCL | R | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agricultura incompatible | X | X | X | | X | X | | |
| Práctica ganadera | X | X | X | | X | | | |
| Crecimiento urbano | X | | | | | | | |
| Desechos sólidos | X | | X | | X | | X | |
| Infraestructura vial | X | X | X | | X | X | | |
| Plagas | X | | X | | | X | X | |
| Caza | | X | | | X | X | | |
| Práctica pesquera | | | | X | | | X | |
| Saqueo de especies | | X | X | | X | | X | |
| Uso de fuego | | | X | | X | X | | X |
| Prácticas forestales | | | X | | | X | | |
| Explotación minera | | | X | X | X | | | |
| Uso turístico | | | | | | | X | |
| Contaminación difusa | | | | | | | X | |
| Establecimiento de represas | | | | X | | | | |

***BBC*** *Bosque de Cactáceas columnares,* ***BMM*** *Bosque Mesófilo de Montaña,* ***MX*** *Matorral Xerófilo,*
***CR*** *Comunidad Ribereña,* ***SBC*** *Selva Baja Caducifolia,* ***BBL*** *Bosque de Coníferas y Latifoliadas,* ***R*** *Refugios,* ***P*** *Palmares.*

tipos o asociaciones vegetales, como los encinares, que se han visto sometidos a cambios de uso del suelo o a incendios forestales; sin embargo, existen asociaciones vegetales donde dominan de manera natural las comunidades de palmas (ver amenazas a los objetos de conservación en el Cuadro 7.4).

## TRANSGÉNICOS EN PUEBLA, PELIGRO PARA LA BIODIVERSIDAD EN LA CUNA DEL MAÍZ

*Ricardo Pérez Avilés*

*"La contaminación de nuestro maíz tradicional agrede la autonomía fundamental de nuestras comunidades indígenas y agrícolas porque no estamos meramente hablando de nuestra fuente de alimentos; el maíz es parte vital de nuestra herencia cultural."*

*Aldo González (Ruiz- Marrero 2004)*

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, publicada en 2005, establecía que el maíz estaría sujeto a un régimen de protección especial. Hasta marzo de 2009 seguía siendo ilegal la liberación de estas semillas en campo para fines experimentales o comerciales pero el gobierno federal publicó el 6 de marzo las reformas a esta Ley, que permiten el uso experimental de maíz transgénico.

La prohibición se justificaba porque México es el centro de origen del maíz y el riesgo de que el maíz transgénico desplace algunas de las variedades más antiguas se consideraba alto. La idea era conservar

**Figura 7.4** Algunos aspectos de la diversidad genética de características del grano encontradas en el maíz mexicano. (Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo / BI CONABIO)

la biodiversidad del maíz (Figura 7.4), que por milenios ha sido la base de la cultura mexicana, porque su importancia no es sólo económica sino social.

No obstante lo anterior, Quist y Chapela (2001) de la Universidad de California, Berkeley, afirmaron haber descubierto ADN biotecnológico entre las decenas de variedades nativas de maíz que estudiaban en Oaxaca y Puebla, México, pues identificaron fragmentos del material genético de *Bacillus thuringiensis*, (bacteria del suelo usada por Monsanto para crear maíz Bt resistente a los insectos) en las muestras analizadas.

Según José Sarukhán, presidente del Grupo Asesor en materia de maíz transgénico de la Comisión de Cooperación Ambiental "La razón por la que entra tanto maíz transgénico a México es que los productores estadounidenses se niegan a separar el maíz transgénico del no transgénico y los funcionarios de agricultura mexicanos han tenido que aceptar esta situación para poder satisfacer la demanda de este grano en el país" (CCA 2003).

En el 2007, el Instituto Nacional de Ecología detectó evidencias de contaminación de maíz transgénico en las hojas de la milpa, de acuerdo a un estudio nacional denominado "Monitoreo de cultivos de maíz genéticamente modificados" (De los Ángeles 2009), aplicado en los estados del país para reducir el uso de este producto en los cultivos mexicanos, nocivos para el consumo humano. Los monitoreos en Puebla detectaron evidencias de semillas transgénicas en cultivos de los municipios de Ajalpan, Altepexi, Zinacatepec, Tehuacán, Coxcatlán (probable cuna del maíz), Zoquitlán, Zapotitlán Salinas y Tlacotepec de Porfirio Díaz.

El maíz transgénico amenaza la biodiversidad de maíz en Puebla, entidad que se ufana, como se acaba de indicar, de ser la probable cuna del maíz, en uno de los municipios hoy contaminados: Coxcatlán. La liberación del maíz transgénico afecta a las variedades mexicanas y concretamente a las poblanas, conforme las advertencias que se hacen (aunque de manera contradictoria) en el estudio *Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México* (CCA 2004), trabajo en el que se plantea que el flujo de genes entre razas de maíz criollo y también entre variedades tradicionales y modernas tiene lugar; que el flujo génico entre maíz y teocintle ocurre, además de que el flujo de genes es importante en el dinámico proceso por el que los recursos genéticos del maíz se manejan

en las milpas (*in situ*) en México. Los campesinos mexicanos a menudo intercambian semillas; siembran mezclas de semillas de distintas fuentes, incluidas ocasionalmente variedades híbridas modernas, y con frecuencia permiten y procuran la polinización cruzada entre diferentes variedades cuando se cultivan en cercanía. A pesar del flujo génico, los campesinos tienen la capacidad de seleccionar y perpetuar diversas variedades criollas y cultivares. Los transgenes se han introducido en algunas variedades tradicionales de maíz en México y están ya presentes en el maíz mexicano y se propagarán. Por eso, al igual que otros alelos de variedades modernas, se incorporarán en las variedades locales.

Otras preocupaciones que provocan los transgénicos se refieren a la formación de un monopolio por parte de las grandes empresas semilleras, que haga que se pierda la tradición de guardar y de mezclar las semillas, debido a que las variedades modificadas son estériles, lo que hace que los agricultores necesariamente vuelvan a comprar el año siguiente más semilla. Al respecto se puede abundar que desde hace tiempo, una sola empresa (Monsanto) es la que maneja el 91% del comercio de semillas transgénicas (Clive 2001) con lo que la preocupación se ha convertido en un hecho contundente. La empresa no sólo vende las semillas sino también todo el kit que incluye agroquímicos y otras sustancias. Los principales beneficiarias de este desarrollo (los OGMs) han sido hasta ahora las grandes compañías transnacionales de la agroindustria (López 2004).

No obstante las advertencias sobre posibles daños a la biodiversidad, la salud de los consumidores y la pérdida de soberanía alimentaria a manos de las grandes transnacionales (como Monsanto, porque ahora ella es la dueña del maíz, tal y como se puede encontrar en su página (http://www.monsanto.com.mx/semillas.htm), en la que sus diferentes divisiones ofrecen variedades de semillas y agroquímicos), las leyes se han modificado poniendo en grave peligro el patrimonio que representa la biodiversidad de maíz en Puebla, su importancia social y la relevancia cultural que significa este cultivo que incluso es factor de identidad nacional.

Los campesinos y la comunidad científica comprometida con la conservación del maíz autóctono han propuesto algunas medidas que debe tomar la comunidad nacional para proteger los centros de origen y domesticación de la biodiversidad, como Puebla. Entre estas se encuentran las siguientes:

A corto plazo, impedir la autorización de las siembras experimentales de OGM.

A mediano plazo, impulsar un modelo de agricultura sustentable con proyectos agroecológicos, social, económica y ambientalmente justos, con sistemas de producción que protejan la salud de los recursos del planeta y de sus ecosistemas, así como a las personas y los seres vivos que dependen de ellos.

A largo plazo, incidir en la implementación de políticas de reducción del uso de fertilizantes, en favor de productos que colaboren con la disminución de emisiones de GEI y mantener y fortalecer la actual moratoria a la siembra comercial de Maíz Transgénico en nuestro país, así como reducir y monitorear las importaciones de maíz transgénico.

## AMENAZAS A LOS ANFIBIOS EN EL ESTADO DE PUEBLA: DOS ESTUDIOS DE CASO

*Ricardo Luría Manzano, Luis Canseco Márquez, Guadalupe Gutiérrez Mayén y Héctor R. Eliosa León*

Aunque la disminución de las poblaciones de anfibios es un fenómeno que ha venido ocurriendo desde la década de los cincuenta (Houlahan *et al.* 2000), fue hasta el primer Congreso Mundial de Herpetología realizado en 1989 cuando los especialistas concluyeron que se trataba de un fenómeno global altamente preocupante (Lips *et al.* 2005a). Numerosas causas se han propuesto para explicar esta crisis de la biodiversidad, dentro de las cuales destacan la destrucción y fragmentación del hábitat, la contaminación química de cuerpos de agua, la introducción de especies exóticas, el incremento en la radiación ultravioleta (UV-B), el cambio climático (alteración de los patrones de precipitación y temperatura), las enfermedades (quitridiomicosis, saprolegniasis, ranavirus), así como los efectos sinérgicos causados por dos o más de estos factores (Young *et al.* 2001).

Recientemente, Stuart *et al.* (2004) documentaron que el 43 % de los anfibios experimenta un decremento en sus poblaciones, el 32.5 % está globalmente

amenazado y 122 especies se han extinguido en los últimos 25 años. A pesar de que no existen estudios que documenten las consecuencias de pérdidas de biodiversidad de tal magnitud, se prevé que resulten gravemente afectadas redes tróficas tanto acuáticas como terrestres, debido al ciclo de vida bifásico de la mayor parte de estos vertebrados (Lips *et al.* 2005b); además, debido a que, mientras en etapa larvaria se alimentan de algas y como adultos son principalmente insectívoros, se esperan repercusiones directas en poblaciones tanto animales como vegetales.

México alberga la cuarta anfibiofauna más rica del planeta (Mittermeier y Goettsch 1992), siendo el 61 % endémica al territorio nacional (Flores-Villela y Navarro 1993), por lo que es alarmante que sea el segundo país con más especies amenazadas de este grupo (191). En el estado de Puebla se tienen registradas 82 especies de anfibios (véase Gutiérrez-Mayén *et al.* en capítulo IV), que representa el 43 % del total nacional por lo que es importante evaluar el estado de sus población y buscar la forma de protegerlas.

## Destrucción del hábitat de *Incilius cristatus* en la Sierra Norte

El caso del sapo de crestas grandes (*Incilius cristatus*, Figura 7.5 A-C), llama particularmente la atención, pues es endémico a México y está considerado en la lista roja de especies en peligro crítico (CR), lo que significa que enfrenta un riesgo muy alto de extinción, siendo su probabilidad de desaparición mayor al 50 % durante los próximos 10 años .

Históricamente se tienen registros de esta especie en las localidades de Xalapa, Veracruz y Teziutlán, Puebla. Sin embargo, en la actualidad sólo se tiene documentada su presencia en la primera localidad y en la Sierra Norte de Puebla. En colecciones científicas apenas se cuenta con algunos ejemplares y en su hábitat natural se han encontrado muy pocos individuos. Esta especie era ya considerada extinta, sin embargo Mendelson y Canseco-Márquez (1998) lo redescubrieron para el estado. Recientes muestreos realizados por Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006) ponen de manifiesto que las poblaciones están representadas por pocos individuos adultos en el municipio de Cuetzalan, estado de Puebla. Así mismo, los esfuerzos realizados por localizarlo en Teziutlán han sido infructuosos, por lo que es posible que la especie haya desaparecido de este sitio debido fundamentalmente a la destrucción del hábitat por el crecimiento urbano, además de la contaminación de los cuerpos de agua lóticos donde se reproduce. Tanto Pineda y Halffter (2004), como Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006) lo encontraron únicamente en áreas con vegetación conservada (bosques mesófilos de montaña y bosques de pino-encino con alto grado de humedad). Esta información sugiere que esta especie es muy susceptible a los cambios en el uso del suelo, por lo que su área de distribución se ha reducido por la destrucción y fragmentación de su hábitat (Figura 7.5 D).

## Quitridiomicosis en *Plectrohyla arborescandens* en la Sierra Negra

Otra amenaza importante para las poblaciones de anfibios es la quitridiomicosis, enfermedad infecciosa emergente causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que ha sido diagnosticada como la causa de muerte de numerosos individuos de diferentes especies en varias regiones del planeta, lo

**Figura 7.5** Macho adulto (A) y hembra adulta (B), y renacuajos (C) de *I. cristatus*; y hábitat de la especie donde se observa la destrucción del mismo (D). (Fotos: Ricardo Luría Manzano (A), y Luis Canseco Márquez (B-D).)

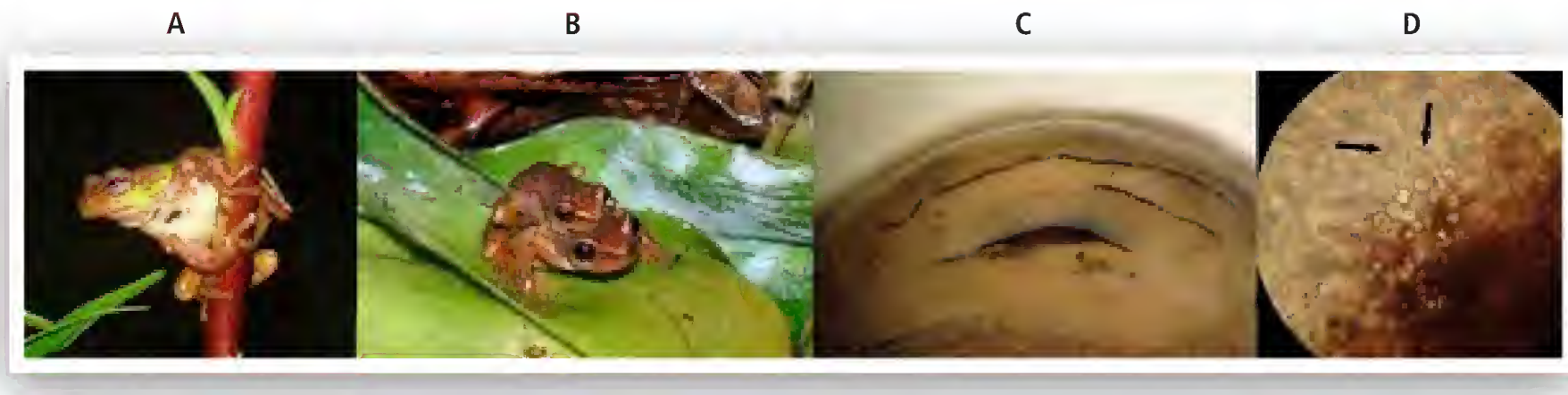



**Figura 7.6** Macho adulto de *P. arborescandens* (A), pareja en amplexo (B), disco oral de un renacuajo donde se observa la pérdida de hileras de dientes y mandíbulas (C), y esporangios con zoosporas de *B. dendrobatidis* (indicados por flechas) (D). (Fotos: Luis Canseco Márquez).

que ha contribuido significativamente a la rápida disminución de las poblaciones (Berger *et al.* 1998, Lips 1999). El hongo ha sido detectado en regiones montañosas remotas con vegetación prístina, donde incide de manera grave en las especies de anuros de hábitos ribereños (Berger *et al.* 1999, Lips 1999). En México los ecosistemas montanos (que abarcan las zonas ecológicas templada húmeda y subhúmeda) ocupan el 20.8 % del territorio nacional (Neyra-González y Durand-Smith 1998), albergando una gran diversidad biológica y un gran número de endemismos. Dado que *B. dedrobatidis* fue recientemente encontrado a elevaciones altas en el país (Lips *et al.* 2004), es muy probable que esté amenazando la existencia de los anfibios mexicanos.

Durante un muestreo realizado en junio de 1996 en la Sierra Negra al sureste del estado de Puebla, se recolectaron renacuajos pertenecientes a *Plectrohyla arborescandens*, algunos de los cuales carecían de las mandíbulas e hileras de dientes característicos de la especie. En ese entonces no se tenía conocimiento del hongo y mucho menos existía información sobre sus efectos en los individuos, por lo que no se investigó más acerca de estas anomalías. Actualmente se sabe que *B. dendrobatidis* infecta las partes queratinizadas de los anfibios, que en renacuajos se restringen al disco oral ocasionando anomalías en su estructura , como la pérdida parcial o total de mandíbulas e hileras de dientes y la hinchazón y el enrojecimiento de las papilas labiales (Fellers *et al.* 2001).

Recientemente, en junio del 2008, se observó a machos adultos de *P. arborescandens* así como parejas en amplexo (abrazo nupcial en anuros) (Figura 7.6 A, B), y se recolectaron renacuajos en un arroyo perteneciente al municipio de Santa María Coyomeapan, localizado en la Sierra Negra Poblana, en un bosque de encino-pino. En estos últimos se observó la pérdida de hileras de dientes y mandíbulas del disco oral (Figura 7.6 C), por lo que se les aplicó la técnica de preparaciones húmedas en fresco para determinar la presencia del hongo (Frías-Alvarez *et al.* 2008). Desafortunadamente, las muestras resultaron positivas a la presencia de *B. dendrobatidis* en esta población, ya que se pudieron observar esporangios con esporas del hongo en muestras de mandíbulas vistas al microscopio óptico (Figura 7.6 D). Este hallazgo es preocupante, dado que *P. arborescandens* es endémica a México y se encuentra bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002), además de que en Puebla, el hongo únicamente había sido encontrado al este (Frías-Alvarez *et al.* 2008), en un área lejana a la Sierra Negra.

## SITUACIÓN ACTUAL DE LOS AMBYSTOMÁTIDOS (AMPHIBIA: CAUDATA) DE LA CUENCA ORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA

*Carlos Castañeda Hernández, Guadalupe Gutiérrez Mayén y Constantino Villar Salazar*

Durante las dos últimas décadas se han registrado mundialmente severas declinaciones y extinciones de poblaciones y especies de anfibios (Barinaga 1990, Tyler 1991, Young *et al.* 2001, Ron *et al.* 2003) debido a múltiples factores, en su mayoría causados por el hombre, entre los que destacan la

destrucción del hábitat (Flores-Villela y Gerez 1994, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006), la introducción de especies exóticas (Knapp y Matthews 2000), la radiación ultravioleta (Anzalone *et al.* 1998, Broomhall *et al.* 2000, Calfee *et al.* 2006), la contaminación de cuerpos de agua (Heralecky 1990) y la infección por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Díaz *et al.* 2007).

Dentro de los anfibios, el grupo de los urodelos o caudados comprende a las salamandras y ajolotes. En México se encuentran 128 especies de urodelos (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004) de las que 20 habitan en Puebla (véase Gutiérrez-Mayén *et al.* capítulo IV), destacando la familia Ambystomatidae por ser una de las más representativas del país debido a que incluye a los llamados ajolotes, con un total de 17 especies presentes en el país (Liner 2007), de las que 16 (94.11 %) son endémicas a México. 15 especies habitan en la Faja Volcánica Transmexicana y sólo tres de éstas (*Ambystoma taylori, A. velasci* y *A. leorae*) se encuentran en el estado de Puebla (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2007). *A. taylori* es endémico a la laguna de Alchichica (Figura 7.7) y *A. velasci* habita en las lagunas cráter Quechulac (Figura 7.8), Las Minas (Figura 7.9), Atexcac y Tecuitlapa dentro de la Cuenca Oriental (Percino 2008), así como en la laguna de Ajolotla en el municipio de Chignahuapan en la Sierra Norte del estado y *A. leorae* habita en los arroyos que se encuentran en los límites del estado de Puebla con el estado de México, en las cercanías de Río Frío (Rafaëlli 2007).

Los Ambystomátidos que se encuentran en el estado de Puebla merecen especial atención por dos razones: la primera es porque se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002) y en la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2008) (Cuadro 7.5); la segunda porque enfrentan graves problemas de conservación debido a la modificación y el mal uso de su hábitat, la extracción para consumo y la introducción de especies exóticas (Heralecky 1990). A continuación se describen las amenazas que están afectando a las poblaciones de Ambystomátidos que habitan en las lagunas de la Cuenca Oriental. La información presentada proviene tanto de literatura como de observaciones realizadas por los autores como parte del inventario herpetofaunístico llevado a cabo durante los dos últimos años en algunos de los municipios donde habitan estas especies.

**Figura 7.7** Laguna de Alchichica (Foto: Carlos Castañeda H.).

**Figura 7.8** Laguna de Quechulac (Foto: Carlos Castañeda H.).

**Figura** 7.9 Laguna de Las Minas (Foto: Carlos Castañeda H.).

## Situación de los ambystomas en las lagunas cráter de la cuenca oriental

En los lagos cráter de la Cuenca Oriental (Xalapascos) existen varios factores que afectan las poblaciones de Ambystomátidos, los más importantes son:

a) La introducción de especies exóticas. En algunas lagunas de la Cuenca Oriental se han introducido especies de peces como la mojarra (*Tilapia* sp.) y la trucha (*Salmo gairdneri*) que han tenido gran impacto en las lagunas de Quechulac, Las Minas y Aljojuca, y especies de ornato como la carpa (*Carissius* sp.) en la laguna de Tecuitlapa (*Alcocer et al.*

**Cuadro 7.5** Categoría en la que se encuentran los Ambystomas según la NOM-059-SEMARNAT-2001 y la lista roja de la IUCN

| Especie | Categoría | | Distribución |
|---|---|---|---|
| | NOM-059 | UICN | |
| *Ambystoma leorae* | - | Cr | E |
| *Ambystoma taylori* | Pr | Cr | E |
| *Ambystoma velasci* | Pr | Es | N |

***Cr*** *estatus crítico,* ***Pr*** *protección especial,* ***E*** *endémica a México,* ***N*** *no endémica.*

2004, Percino 2008). Esta es una de las razones por la que en las lagunas de Quechulac y Las Minas los ajolotes son cada vez más raros debido a que la trucha y la mojarra depredan a los huevos, crías y jóvenes, mientras que la carpa, al ser una especie que se alimenta de los microorganismos que se encuentran en el fondo, eleva los desechos nitrogenados presentes en el agua que afectan a los ajolotes. En una visita realizada en marzo de 2007 se observó en la orilla de la laguna de Las Minas aproximadamente 10 ajolotes adultos muertos que habían sido capturados con anzuelo por las personas que van a pescar mojarras y truchas.

En el caso de la laguna de Aljojuca, Heralecky (1990) menciona haber entrevistado a la población cercana a la laguna y no haber obtenido ningún registro de *A. velasci*; recientemente, Percino (2008) menciona que a pesar del esfuerzo de captura no logró obtener registros de la especie, por lo cual probablemente ha sido extirpada.

b) La extracción para consumo y medicina tradicional. Esta es una amenaza que enfrentan los ajolotes no sólo de las lagunas cráter sino también los que se encuentran en las lagunas de Totolcingo (El Carmen) y El Salado (Tepeyahualco), debido a que, históricamente, los ajolotes han sido una fuente gastronómica de los pobladores de estas zonas, por lo que una parte de los organismos extraídos son consumidos localmente y el resto es transportado y comercializado en algunos mercados (Hidalgo, Cinco de Mayo, entre otros) de la ciudad de Puebla, donde son preparados en tamales, empanadas y caldos, ya que se tiene la creencia de que son medicinales porque curan afecciones respiratorias, razón por la que, además, son utilizados como medicina alternativa a través de la elaboración de jarabes y ungüentos (Figura 7.10). Tanto la gastronomía como la medicina tradicional demandan básicamente individuos adultos en edad reproductiva, lo que afecta la taza de reemplazo poblacional y causa la declinación de la población.

c) La alteración y/o destrucción del hábitat. Recientemente se ha dado la destrucción del hábitat entre los municipios de Oriental y Tepeyahualco de Hidalgo,

**Figura 7.10** Elaboración de jarabe de ajolote utilizado como medicina tradicional (Foto: Constantino Villar).

**Figura 7.11** Construcción del Complejo Comercial La Célula en los municipios de Oriental y Tepeyahualco de Hidalgo (Foto: Carlos Castañeda Hernández).

debido a la desecación y relleno de los canales en los que habitan los ajolotes, para la construcción del complejo comercial "La Célula" (Figura 7.11), ocasionando que tanto las larvas como los adultos de *A. velasci* que se encuentran en las zonas cercanas a la laguna El Salado (Tepeyehualco) se vean afectados; los primeros, al desaparecer los cuerpos de agua donde se desarrollan y los segundos, al no contar con sitios dónde refugiarse en época de secas, cuando disminuye de manera natural el nivel de la laguna.

Las lagunas cráter de la Cuenca Oriental también han sufrido alteraciones que se ven reflejadas en la disminución de casi un metro en el nivel del agua observada en los últimos años, provocando situaciones como en la Laguna de Tecuitlapa, donde la desecación en los últimos años ha causado la fragmentación de la laguna en pozas más pequeñas (Alcocer *et al.* 2004), reduciéndose el hábitat de los ajolotes.

Esta situación podría agravarse en los próximos años poniendo en riesgo la existencia de los ajolotes y de las lagunas mismas, si se considera la posibilidad de bombear el agua de la Cuenca Oriental hacia las ciudades de México y Puebla para abastecer sus necesidades, a pesar de ser área de veda para la explotación del agua subterránea desde agosto de 1954 (Alcocer *et al.* 2004).

d) Otros factores. Recientemente Frías-Álvarez *et al.* (2008) registraron la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* en la población de *A. velasci* que habita en la laguna de Quechulac. Este hongo causa la enfermedad llamada quitridiomicosis, considerada actualmente como una de las principales causas de la declinación de numerosas poblaciones de anfibios a nivel mundial (Berger *et al.* 2004).

Lamentablemente, es crítica la situación actual de las poblaciones de *A. velasci* que se encuentran en las lagunas cráter de la Cuenca Oriental así como en lagunas cercanas a pesar de que se encuentra bajo protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002) y como estable en la IUCN; de igual manera *A. taylori* enfrenta graves problemas de conservación debido a la extracción por pesca rudimentaria y a la contaminación que ha tenido la laguna de Alchichica de donde es endémica, por lo que se considera vulnerable y prioritaria en la lista roja de la IUCN a nivel mundial (Camarillo-Rangel 1998) y en categoría a protección especial (Pr), dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002). Sin embargo, estas medidas son insuficientes, por lo que se requieren acciones que impidan la contaminación y la desecación de las lagunas, la erradicación de

las especies de peces introducidas y programas de educación ambiental que disminuyan o, en el mejor de los casos, terminen con la extracción de los ajolotes de las lagunas donde han habitado desde hace miles de años. Estas acciones son urgentes si queremos conservar a estos anfibios que biológica y culturalmente son importantes debido a que poseen características únicas como: la capacidad de regenerar partes del cuerpo, adquirir la madurez sexual conservando características de juveniles (neotenia); además, históricamente han sido emblemáticos de culturas prehispánicas como la mexica, lo que los hace verdaderas joyas de la biodiversidad mexicana.

## AMENAZA A LA BIODIVERSIDAD MICROBIANA POR PRESENCIA DE HIDROCARBUROS EN EL SUELO

*Armando Tapia Hernández, Lucía López Reyes, Moises Carcaño Montiel, García Torres A, Castañeda A. D., Vázquez Chávez L. A., Teresita Jiménez Salgado*

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos y pesticidas, y los derrames de compuestos xenobióticos, como los hidrocarburos, repercuten en las propiedades físicoquímicas y biológicas del suelo. Es particularmente importante la alteración que pueden sufrir las poblaciones microbianas debido a su significativa participación en todos los procesos de transformación.

La contaminación de suelos y aguas con petróleo y sus derivados es uno de los problemas más comunes y de mayor preocupación en México y en el mundo. Los hidrocarburos derramados son transportados por gravedad a través de los horizontes del suelo y pueden llegar alcanzar mantos freáticos. Los hidrocarburos residuales son atrapados en poros y actúan como una fuente continua de contaminantes potencialmente tóxicos.

Debido a la complejidad y especificidad que presenta cada suelo contaminado en su estructura, características fisicoquímicas y biológicas, así como la naturaleza del contaminante, se requiere, por lo general, de procesos de tratamiento específicos para su remediación. La biorremediación es un proceso que involucra microorganismos o procesos biológicos para transformar y/o eliminar contaminantes del ambiente. En este sentido, la biodegradación se define como el cambio en la estructura química de un compuesto, catalizado biológicamente (Madsen 1991).

El biomonitoreo es una técnica que permite realizar el seguimiento de diversas poblaciones microbianas en muestras ambientales. Permite conocer y estudiar la estructura, composición y dinámica de las diferentes poblaciones microbianas presentes en procesos de biorremediación de suelos contaminados (Torsvik *et al.* 1994).

El estado de Puebla es atravesado por ductos que llevan petróleo y sus derivados a los centros de refinación o distribución, por lo que existe el riesgo de derrames de estos productos al suelo y a cuerpos de agua de forma accidental o provocados por el robo de combustibles.

El 17 de enero del 2002 ocurrió un derrame de petróleo crudo en el km 407+640 por la ruptura del oleoducto 30" Nuevo Teapa-Venta del Carpio en Acatzingo Puebla y afectó suelo de uso agrícola que en su mayoría producía hortalizas (Figura 7.12).

Después del derrame se diseñó un experimento que permitiría monitorear las posibles afectaciones en la comunidad microbiana del suelo. De esta forma el área afectada se dividió en cuatro zonas y se decidió en terrenos aledaños tomar muestras que no fueron afectadas por el derrame, a manera de testigos. Para el estudio microbiológico se tomaron muestras compuestas de las cuatro zonas. La determinación de la concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTPs) se realizó en muestras de puntuales.

En las cuatro zonas se observó una disminución de las poblaciones microbianas en función a la concentración de HTPs presentes en el suelo. Los resultados encontrados mostraron diferencias importantes en las poblaciones bacterianas y fúngicas presentes en los suelos no afectados por el derrame del hidrocarburo y los suelos contaminados. Las poblaciones de bacterias mesofílicas aerobias cultivables (Microorganismo capaz de crecer en un intervalo de temperatura de entre 15° y 40° C y utiliza al oxígeno molecular en su respiración) halladas en las muestras de suelo no contaminado variaron de $3.6 \times 10^7$ a $1.3 \times 10^9$ unidades formadoras de colonia

**Figura 7.12** Contaminación de suelo agrícola en Acatzingo, Puebla por derrame de petróleo crudo (Foto: Armando Tapia Hernández).

por gramo de suelo (UFC/g); estas variaciones se deben a factores edáficos, ambientales y del uso del suelo. En contraste, en todas las muestras de suelo contaminado analizadas se observó una disminución de la población entre uno y tres órdenes de magnitud, encontrando poblaciones que van de $4.8 \times 10^4$ a $5.4 \times 10^6$ UFC/g.

Las poblaciones de hongos también se vieron afectadas ya que en muestras de suelo no afectado se encontraron poblaciones de $10^4$ UFC, mientras que en suelos afectados por el hidrocarburo las poblaciones eran del orden de $10^2$.

La presencia de hidrocarburos no sólo origina cambios en el número de bacterias y hongos, sino también altera la diversidad, ya que en este escenario, ciertos grupos microbianos específicos pueden proliferar, como la comunidad microbiana con habilidad para degradar hidrocarburos.

Estudio de caso 7.1

## Contaminación de cuerpos superficiales de aguas en Tehuacán, Puebla

*María Teresa Zayas Pérez y Mario Picazo Loyo*

En el valle de Tehuacán, la principal producción de la industria maquiladora es exclusivamente el pantalón de mezclilla, en tanto que el principal recurso natural es el agua. Su fama como "capital del agua mineral" ha trascendido las fronteras. La que antes se destinaba para hacer refrescos, hoy se utiliza en una enorme proporción por la industria textil para la fabricación de pantalón de mezclilla; como consecuencia, el vital líquido ahora escasea por su sobreexplotación. La contaminación provocada por las maquilas es alarmante, según un buen número de estudios. Hay discrepancia en

las cifras que manejan el número de maquiladoras existentes en la región; de acuerdo con el INEGI, en Puebla hay 189 maquilas; sin embargo, según la Cámara Nacional de la Industria del Vestido (Canaives), en Tehuacán hay más de 300, y más de 500 según algunos organismos no gubernamentales (Estela-García y Solís-Fuentes 2008).

Actualmente, en Tehuacán hay más de 25 lavanderías (unas doce legales y las demás clandestinas) y la mayoría no tiene plantas de tratamiento. Cada máquina de lavado usa más de un millón y medio de litros de agua por jornada. En una semana, una de estas plantas gasta más de 100 millones de litros, y sus aguas residuales contienen diversos compuestos químicos que se utilizan durante el proceso de lavado, envejecimiento y desgaste artificial de la mezclilla. Por tanto, es necesario y urgente implementar sistemas de pretratamiento a las descargas de usuarios a la red de drenaje, promover el reuso del agua y, sobre todo, establecer programas permanentes para su uso eficiente. Desde los distintos niveles de gobierno, se debe impulsar la investigación sobre la caracterización, diagnósticos, tratamientos, organización de la gestión del recurso y todo lo que esté relacionado con él. Si no se toman las medidas correctivas necesarias, la calidad del líquido en los cuerpos de agua superficiales no se recuperará; por el contrario, continuará su deterioro por el incremento natural que con el paso del tiempo manifiestan las descargas municipales e industriales, transformando las corrientes en un cuerpo de agua sin vida (Jáuregui *et al.* 2007).

Estudio de caso 7.2

## Amenazas a la biodiversidad en sistemas acuáticos: el caso de Valsequillo

*Ernesto Mangas-Ramírez*

La principal amenaza hacia la biodiversidad es, sin duda, la alteración y desaparición de los distintos ecosistemas, ya sea por deforestación para actividades agrícolas o bien por la contaminación debido a descargas domésticas e industriales que afectan la atmósfera, el suelo y los sistemas acuáticos. Esto conduce a problemas ambientales y sociales cuyos alcances aún no están completamente definidos ni evaluados.

En la zona central del estado fluyen ríos que pertenecen a la cuenca del Alto Balsas y que alimentan al embalse Manuel Ávila Camacho, también llamado Lago de Valsequillo, importante cuerpo de agua, pues se ha convertido en un sitio de descanso para aves migratorias durante sus viajes invernales.

Desgraciadamente, este embalse se ha visto afectado por contaminación, pues en algunos de los ríos y arroyos que lo alimentan se vierten descargas municipales de las diversas poblaciones por donde pasan. Lo anterior ha propiciado que en el lago exista una elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) (superior a 30 $mgL^{-1}$ de oxígeno) y metales pesados.

Otro problema importante en Valsequillo es el relacionado con los niveles de coliformes fecales extraordinariamente altos (24 000 000 de unidades formadoras de colonias mientras que los límites permisibles por la NOM-01-SEMARNAT para aguas de riego es de 1000 NMP) y de amoniaco, que se presentan en valores que son tóxicos para cualquier especie de pez de importancia comercial. Estas concentraciones se explican si tomamos en cuenta que de las viviendas de las zonas urbanas en Puebla, aproximadamente el 85 %, del drenaje descarga en corrientes de agua naturales o reservorios destinados al uso agrícola. Por ello la contaminación de este sistema es alta (Mangas-Ramírez 2000, Aragón *et al.* 1997, Leal *et al.* 1996).

Este sistema se encuentra cubierto por lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en un 62 % de la superficie del espejo de agua (Mangas-Ramírez 2000). Desde mediados de los años sesenta, se ha convertido en un problema para la navegación y uso sustentable del sistema, debido a que impide la oxigenación del agua, facilita el desarrollo de microorganismos patógenos así como de insectos nocivos y algunos vectores de enfermedades. Sin embargo, el lirio también es un indicador de contaminación y tiende a disminuir los niveles de estos contaminantes, incluyendo los metales pesados como el plomo, de tal forma que el lago puede estar funcionando como una enorme planta de tratamiento de agua (Mangas-Ramírez 1991, Uribe 2008). A pesar de ello, en el año de 1997, durante un proceso de limpieza del lago, se trituraron de forma mecánica malezas acuáticas dejando los deshechos dentro del lago para su descomposición; este proceso llevó a que las concentraciones de amoniaco se incrementaran de forma considerable hasta alcanzar 40 mg $L^{-1}$ (0.5 mg $^{L-1}$ como máximo permisible para uso y consumo humano de acuerdo a la NOM-127-SSA-1994) lo que provocó que las poblaciones de peces desaparecieran al año siguiente (Mangas-Ramírez 2000).

Los problemas de contaminación del lago deben ser resueltos a través proyectos integrales que incluyan reforestación con plantas nativas (debido a que el suelo no permite el crecimiento de otras plantas), el tratamiento real y eficaz de las aguas que llegan a Valsequillo, la aplicación de la ley para las empresas contaminantes, la búsqueda de uso alternativo para el lirio acuatico como la formación de artesanías, papel, biofiltros y composta, así como la implementación dentro del lago de técnicas de restauración ecológica que permitan mejorar la calidad del agua en el lugar.

## CONCLUSIÓN

En este capítulo se reconoce una serie de amenazas a la biodiversidad en el estado de Puebla, entre las que se pueden mencionar los cambios de uso de suelo, plagas forestales, tráfico de especies, incendios forestales, deforestación, organismos modificados genéticamente, enfermedades infecciosas, especies exóticas, contaminación de suelos por hidrocarburos, contaminación de cuerpos de agua por materia orgánica, descargas industriales y metales pesados, entre otros. Ante este panorama se proponen una serie de medidas como es el tratamiento de aguas residuales, la restauración ecológica, la biorremediacion y la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La situación es compleja, por lo que se requiere la participación de todos los sectores sociales y la voluntad política de todos los niveles de gobierno, así como la colaboración regional e internacional, a fin de modificar el modelo de desarrollo vigente, como una de las principales causas de esta crisis.

## LITERATURA CITADA


Alcocer, J., O. Escolero y L. Marín. 2004. Problemática del agua de la Cuenca Oriental, estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala . pp. 57-77. In: B. Jiménez y L, (eds). El agua en México vista desde la academia. Academia Mexicana de Ciencias. México.

Anzalone, R. C., L. B. Kats, y M. S. Gordon. 1998. Effects of solar UV-B radiation on embryonic development in Hyla cadaverina, Hyla regilla, and Taricha torosa. Conservation Biology 12:646-653.

Aragón D. F., R. L. Ayala., A. T. Benitez. 1997. Educación e investigación ambiental para el desarrollo sustentable en Puebla. SEMARNAP. Universidad Iberoamericana, Golfo centro. Puebla. 86 pp.

Barinaga, M. 1990. Where have all the froggies gone? Science 247:219-220.

Berger, L.,R. Speare., H. B. Hines., G. Marantelli., A. D. Hyatt., K. R. Mcdonald, L. F. Skerratt., V. Olsen., J. M. Clarke., G. Gillespie., M. Mahony., N. Sheppard., C. Williams y M.J. Tyler. 2004. Effect of season and temperature on mortality in amphibians due to Chytridiomycosis. Australian Veterinary Journal. 82(7): 434-349.

Berger, L., R. Speare, P. Daszak, D. E. Green, A. A. Cunningham, R. Slocombe, C. L. Goggin, A. D. Hyatt, K. R. McDonald, H. B. Hines, K. R. Lips, G. Marantelli y H. Parkes. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA). 95: 9031–9036.

Berger, L., R. Speare y A. Hyatt. 1999. Chytrid fungi and amphibian declines: Overview, implications and future directions. pp. 23–33. En: Campbell A. (ed.). Declines and Disappearances of Australian frogs. Environment Australia, Canberra.

Broomhall, S. D., W. S. Osborne, y R. B. Cuninngham. 2000. Comparative effects of ambient ultraviolet-B radiation on two sympatric species of Australian frogs. Conservation Biology 14:420-427.

Calfee, D. R., M. C. Bridges, y E. E. Little. 2006. Sensitivity of two salamander (Ambystoma) species to ultraviolet radiation. Journal of Herpetology 40(1):35-42.

Camarillo-Rangel, J. L. 1998. Observaciones preliminares sobre los anfibios y reptiles de los lagos cráter de Puebla y Veracruz. Anales del Instituto de Biología (Serie Zoología) UNAM. 69: 125-127.

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2006. Herpetofauna del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. pp. 180–196. In: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3. México.

CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental) 2003. El maíz transgénico bajo el microscopio http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?ed=12&ID=140&varlan=ESPANOL

CCA. (Comisión para la Cooperación Ambiental). 2004. Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. http://www.revistafuturos.info/download/down8/maiz_y_bio.pdf

Cibrián T. D., B. H. Ebel, H. O- Yates III y J. T. Méndez M. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México. / Cone and seed insects of the Mexican conifers. USDA Gen Tech. Rep. SE-40. Asheville, NC. USA. 110 p.

Cibrián, T. D., J. T. Méndez M, R. Campos B., H. O. Yates III y J. Flores L. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, Forest Service, United States Department of Agriculture, Natural Resources Canada. Comisión Forestal de América del Norte FAO. 453 p.

Cibrian T. D., D. Alvarado R. y S. E García D. (Eds.). 2007. Enfermedades Forestales en México/ Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR –SEMARNAT México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN FAO. 587 p.

Cibrián T. D., U. Martínez J. y M. Zúñiga M. 2008. Manual para la identificación y manejo de plagas y enfermedades forestales en el estado de Puebla. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Puebla. 118 p (En prensa) .

Clive, J. 2003. Situación mundial de los cultivos transgénicos comercializados 2003. ISAAA, Brief no.30. ISAAA. Ithaca, Nueva York.

De los Angeles, S. 2009. INE detecta maíz transgénico en el Valle de Tehuacán y Sierra Negra. e-consulta. Periodico digital de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala. http://www.e-consulta. com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=22994.

Diaz, M. L., A. Cádiz., A. Chong, y A. Silva. 2007. First report of Chytridiomycosis in a dying toad (Anura: Bufonidae) from Cuba; A new conservation challenge for the island. EcoHealth.4: 172-175.

Dirzo, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual, ¿qué sabemos?, núm. especial de la revista Ciencias, 4. UNAM. México, pp 48-55.

DOF (Diario Oficial). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo (6 de marzo de 2002). México.

Ehrlich, A.H. y P.R. Ehrlich. 1992. Causes and consequences of the disappearance of biodiversity. In Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). México ante los retos de la biodiversidad. Conabio. México.

Estela -García,B. y Solís –Fuentes, J.A. 2008. ¿Contaminando con sus jeans?. La ciencia y el hombre. 21(1): 5-10.

Fellers, G. M., D. E. Green y J. E. Longcore. 2001. Oral Chytridiomycosis in the Mountain Yellow-Legged Frog (Rana muscosa). Copeia 2001 (4): 945–953.

Flores-Villela O. y A. G. Navarro. 1993. Un Análisis de los Vertebrados Terrestres Endémicos de Mesoamérica en México. pp. 388-395. In: Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. XLIV. México, D.F.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana 20:115-144.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2007. Riqueza de la herpetofauna. In: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). pp. 407-420. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. CONABIO., UNAM.

Flores-Villela, O y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO-UNAM. México D. F. 439 pp.

Frías-Alvarez, P., V. T. Vredenburg, M. Familiar-López, J. E. Longcore, E. González-Bernal, G. Santos-Barrera, L. Zambrano y G. Parra-Olea. 2008. Chytridiomycosis Survey in Wild and Captive Mexican Amphibians. Ecohealth 5: 18–26.

Granizo,T., Molina, M.E., Secaira, E., Herrera, B., Benitez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, O., Isola, S., Castro, M. (Eds.). Manual de planificación para la connservacion de areas PCA. Quito, EC. TNC/USAID.

Gutierrez-Mayén G., Canseco-Marquez L., Garcia-Vázquez U.O., Hernández-Jiménez C.A., En preparación. Anfibios y Reptiles. En: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimeinto y Uso de la Biodiversidad). La Biodiversidad de Puebla: Estudio de Estado. México.

Heralecky, K. T. M. 1990. Seguimiento del ciclo biológico de Ambystoma mexicanum en cautiverio. Tesis de licenciatura. UAM Xochimilco. 96 p.

Hernández M., V. 1994. Evaluación de la infección causada por los muérdagos Struthanthus deppeanus (Cham and Schlecht) Blume y Arceuthobium gilli subsp. nigrum Hawks and Wiens, en pinos de la sierra Negra de Puebla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 93 p.

Houlahan, J. E., C. S. Findlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer y S. L. Kuzmin. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. Nature 404: 752–755.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1980. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Esc. 1:250 000.

Instituto Nacional de Ecología. 2000. Inventario Nacional Forestal, Esc. 1:250 000.

Jáuregui-Medina, C., Ramírez-Hernández, S., Espinosa-Rodríguez, M.A., Tovar-Rodarte, R., Quintero-Hernández, B., y Rodríguez-Castañeda, I. 2007. Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 3 (1): 65-73.

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2008. Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Consultada el 13 de Noviembre del 2008.

Knapp, R.A., y K. R. Matthews. 2000. Non-native fish introductions and the decline ofthe mountain yellow-legged frog from within protected areas. Conservation Biology 14:428–438.

Leal., V. Chávez y L. Larralde. 1996. Temas ambientales, zona metropolitana de la ciudad de México. Programa Universitario de Medio Ambiente. (PUMA) UNAM. México.

Liner, A. E. 2007. A check list of the Amphibians and Reptiles of México. Occasional papers of the Museum of Natural Science 80:1-60 pp.

Lips, K. R. 1999. Mass Mortality and Population Declines of Anurans at an Upland Site in Western Panama. Conservation Biology 13: 117–125.

Lips, K. R., P. A. Burrowes, J. R. Menselson III y G. Parra-Olea. 2005a. Amphibian declines in Latin America: Widespread population declines, extinctions and impacts. Biotropica 37: 163–165.

Lips, K. R., P. A. Burrowes, J. R. Menselson III y G. Parra-Olea. 2005b. Amphibian population declines in Latin America: A synthesis. Biotropica 37: 222–226.

Lips, K. R., J. R. Mendelson III, A. Muñóz-Alonso, L. Canseco-Márquez y D. G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern México: resurveys of historical localities. Biological Conservation 119: 555–564.López Munguía, A. 2004. Alimentos transgénicos: impacto en la nutrición. En Ciencia y Desarrollo, vol. XXX, no.175. CONACYT. México D.F., marzo-abril 2004. p. 32.

MacNeish, R.S. 1972. Summary of the cultural sequence and its implications in the Tehuacán Valley, In: MacNeish, R.S. et al. , The prehistory of the Tehuacán Valley. Vol 5: Excavations and reconnaissance. University of Texas Press, Austin. pp. 496-504.

Madsen, E. L. 1991. Determining In Situ Biodegradation: Facts and Challenges. Environmental Science Technology. 25: 1663-1673.

Mangas-Ramírez, E. 1991. Contribución al conocimiento de la flora algal del estado de Puebla. Encuentro Regional de Investigadores en Flora y Fauna de la zona V ANUIES. (Memorias. Univ. Auton. De Hidalgo.) pp 57-59.

Mangas-Ramírez, E. 2000. Evaluación de los efectos de la remoción del lirio acuático (Eichhornia crassipes) en la bióta y calidad del agua en el embalse Manuel Ávila Camacho, en el Estado de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias. Universidad Autónoma de Puebla.

Mendelson III, J. R. y L. Canseco-Márquez. 1998. Geographic Distribution. Bufo cristatus. Herpetological Review 29: 106.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. pp. 57–62. In: Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.). México ante los retos de la biodiversidad. Conabio. México.

Neyra-González L. y L. Durand-Smith. 1998. Biodiversidad. pp. 62-102. In: La Diversidad Biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Ochoa -Ochoa, L. M. y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F. 211 p.

Ostroff, Joshua. 2003-2004. El maíz transgénico bajo el microscopio. CCA. Trio. Boletín de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Invierno 2003-2004

Peña-Jimenez, A. y Neyra-Gonzalez, L. 1998. Amenazas a la Biodiversidad, pp. 158-180. In: La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Percino, D. R. 2008. Estructura genética y conservación de las poblaciones de Ambystoma taylori y Ambystoma velasci que habitan en los lagos cráter de Puebla: Análisis con microsatélites. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Biología, UNAM. 76 p.

Pineda, E. y G. Halffter. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape of México. Biological Conservation 117: 499–508.

Quist, D. & I. Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. Nature 414: 541-543

Rafaëlli, J. 2007. Les urodeles du monde. Penclen. France. 373 p.

Ron, R. S., E. W. Duellman., A. L. Coloma y R. M. Bustamante. 2003. Populationdecline of the jambato toad Atelopus ignescens (Anura: Bufonidae) in theAndes of Ecuador. Journal of Herpetology. 37(1) 116-126 p.

Ruiz Marrero, C. 2004. La contaminación genética del maíz mexicano: la biodiversidad en peligro. http://americas.irc-online.org/pdf/articles/0405contam_esp.pdf

SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2001. Inventario Forestal Nacional 2000. México.

Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox, B. E. Young, A. S. L. Rodrigues, D. L. Fichman y R. W. Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science 306:1783–1786.

Torsvik, V.; Goksoyr, J.; Daae, F.L.; Sorheim, R.; Michalsen, J.; Salte, K.1994. Use of DNA analysis to determine the diversity of microbial communities. In: Beyond the biomass, pp 39-48. Edited by K. Ritz, J. Dighton and K.E. Giller. British Soc. Soil Science Chichester.

Tyler, M. J. 1991. Declining amphibian population a global phenomenon? AnAustralian perspective. Alytes 9:43-50

Uribe O. P. 2008. Evaluación de la eficiencia en la eliminación de contaminantes del agua utilizando lirio acuático y lenteja de agua: un estudio de laboratorio. Tesis de Biología. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Puebla. México.

Vitousek P.M., Dantonio C.M., Loope L.L. y Westbrooks R. 1996. Biological Invasions as Global Enviromental Change. American Scientist 84: 468-678.

Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Melillo, J.M. 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science 277:494-499.

WCMC (Word Conservation Monitoring Centre), 1992. Global Biodiversity. Status o the Earth's Living Resources. Chapman and Hall. Londres.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). Great Basin Naturalist Memoirs Number 6. Brigham Young University. E. U. 1359 p.

Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibañez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, L. A.Coloma, S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. Conservation Biology 15:1213–1223.

CAPÍTULO

# 8

*Buteo jamaicensis* (Aguililla Cola Roja), San Juan Raya, Puebla.
Foto: Miguel Ángel Sicilia / Banco de imágenes de CONABIO.

CAPÍTULO 8

# PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE PUEBLA

*COORDINADORES:*
*José Carlos Pizaña Soto*
*y Cecilia Leticia Hernández Hernández*

## INTRODUCCIÓN

*José Carlos Pizaña Soto*

El 7.8 % del territorio del estado de Puebla (268 068.6 ha) se halla bajo alguna categoría de protección. Actualmente cuenta con cinco áreas naturales protegidas decretadas de nivel federal y diez estatales; estas últimas se encuentran definidas en distintos instrumentos legales, sin embargo sólo en una de ellas se llevan a cabo acciones de manejo; el resto desafortunadamente son "áreas de papel" debido a que no hay presencia ni conocimiento de ellas. En el estado se encuentran sitios bien conservados que están siendo fuertemente presionados por acciones antropogénicas (cambio de uso de suelo, contaminación, saqueo de especies, modernización de infraestructura vial) por lo que es fundamental la creación de corredores biológicos que permitan mantener el flujo genético y de nutrientes para la permanencia de los ecosistemas.

En las áreas naturales protegidas del estado están representados los siguientes ecosistemas: bosques templados (pino, pino-encino, mesófilo de montaña), bosque tropical húmedo (selvas mediana y alta perennifolia), matorral xerófito (rosetófilo y crasicaule), bosque tropical seco (selva baja caducifolia, selva espinosa), pastizales e incluso algunos ecosistemas acuáticos y subacuáticos.

En el estado se han realizado acciones encaminadas a la conservación de suelos, como la reconversión productiva, el manejo de tierras, la agricultura de ladera, el establecimiento de plantaciones forestales y praderas, así como de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

Para el caso de la conservación *ex situ*, Puebla cuenta con un registro completo de las acciones que se llevan a cabo por el gobierno, instituciones académicas y de investigación o por organizaciones de la sociedad civil.

Algunos de los trabajos están vinculados con labores de reforestación orientadas a sitios donde se ha deteriorado o perdido la cobertura vegetal, ya sea por cambios de uso del suelo, tala inmoderada o por incendios forestales. El tema esta siendo abordado por los gobiernos estatal y federal, sin embargo, las acciones son limitadas para controlar la pérdida de suelo.

En relación con el ordenamiento territorial (OT) como un instrumento de planeación y conservación, se encuentra limitado a cinco ordenamientos regionales, de los que sólo uno ha sido decretado y publicado en el Periódico Oficial del Estado. Actualmente están en elaboración 12 OT municipales en municipios de muy alta marginación, que permitirán, una vez que sean aprobados y publicados, una mejor toma de decisiones en el uso del territorio, incluyendo sitios que pueden fungir como áreas de protección de la biodiversidad.

En el estado se han realizado actividades encaminadas a buscar la conservación coordinada, como el taller de Conservación por Diseño, efectuado con expertos de diferentes instituciones académicas y gubernamentales de Puebla (COLPOS, BUAP, SMRN, RBTC, Ayuntamiento de Puebla), donde se identificaron 11 sitios que pueden ser considerados (previos estudios de factibilidad) para conformar un sistema estatal de áreas naturales protegidas.

# PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

*José Carlos Pizaña Soto, Cecilia Leticia Hernández Hernández*

Sin duda alguna el instrumento de la política ambiental con mayor fuerza jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Son porciones terrestres o acuáticas representativas de las distintas regiones biogeográficas del país, en donde las condiciones naturales no han sido esencialmente alteradas por el hombre y que producen beneficios ambientales. Se establecen mediante un decreto presidencial, estatal o acuerdo municipal donde se describen las actividades que pueden llevarse a cabo con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007) y la Ley Estatal correspondiente, sus Reglamentos en Materia de Áreas Naturales Protegidas y sus Programas de Manejo.

La protección de estos sitios ha sido social y políticamente impulsada a partir del reconocimiento de su importancia para conservar la biodiversidad, su contribución a la regulación del clima, el aprovisionamiento de agua y otros recursos naturales y como espacios idóneos para la investigación científica, la educación ambiental y el turismo de naturaleza. Los tipos de Áreas Naturales Protegidas encontradas en el estado de Puebla son tres: Parques Nacionales, un Área de Protección de Recursos Naturales, y una Reserva de la Biosfera (Figura 8.1).

**Figura 8.1** Abanico de especies endémicas, muestra de la biodiversidad de Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Sotolin (*Beaucarnea gracilis*) y Palma real *(Dioon caputoi*) (Foto: Leticia Soriano Flores)

## Áreas naturales protegidas federales de Puebla

Desde 1935 a la fecha se han decretado cinco ANPs de carácter federal que cubren un área de 253,646.02 ha (7.4 % de la superficie estatal) cuya protección y manejo es responsabilidad de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Figura 8.2 y Cuadro 8.1) (CONANP 2008).

### Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca hidrográfica del río Necaxa

Una de las políticas que desarrolló el Gobierno Federal durante la gestión del Presidente Lázaro Cárdenas, fue asegurar el buen funcionamiento de las industrias que representaban para el país fuentes de trabajo (obras hidráulicas destinadas a la producción de energía eléctrica), motivo por el que el 20 de octubre de 1938 se decretaron como Zona Protectora Forestal Vedada los terrenos que limitan la Cuenca Hidrográfica del río Necaxa. En septiembre del 2002 y con base en la LGEEPA, el Gobierno de la República emitió el decreto de recategorización de esta zona como Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Recursos Naturales (DOF 2002) (Cuadro 8.2).

La Cuenca Hidrográfica del río Necaxa tiene una superficie de 42 261.5 ha y se localiza en la porción norte del estado de Puebla (Sierra Norte) y este del estado de Hidalgo, con un total de 13 municipios (3 del estado de Hidalgo y 10 del estado de Puebla) (CONANP 2009) (Figura 8.3).

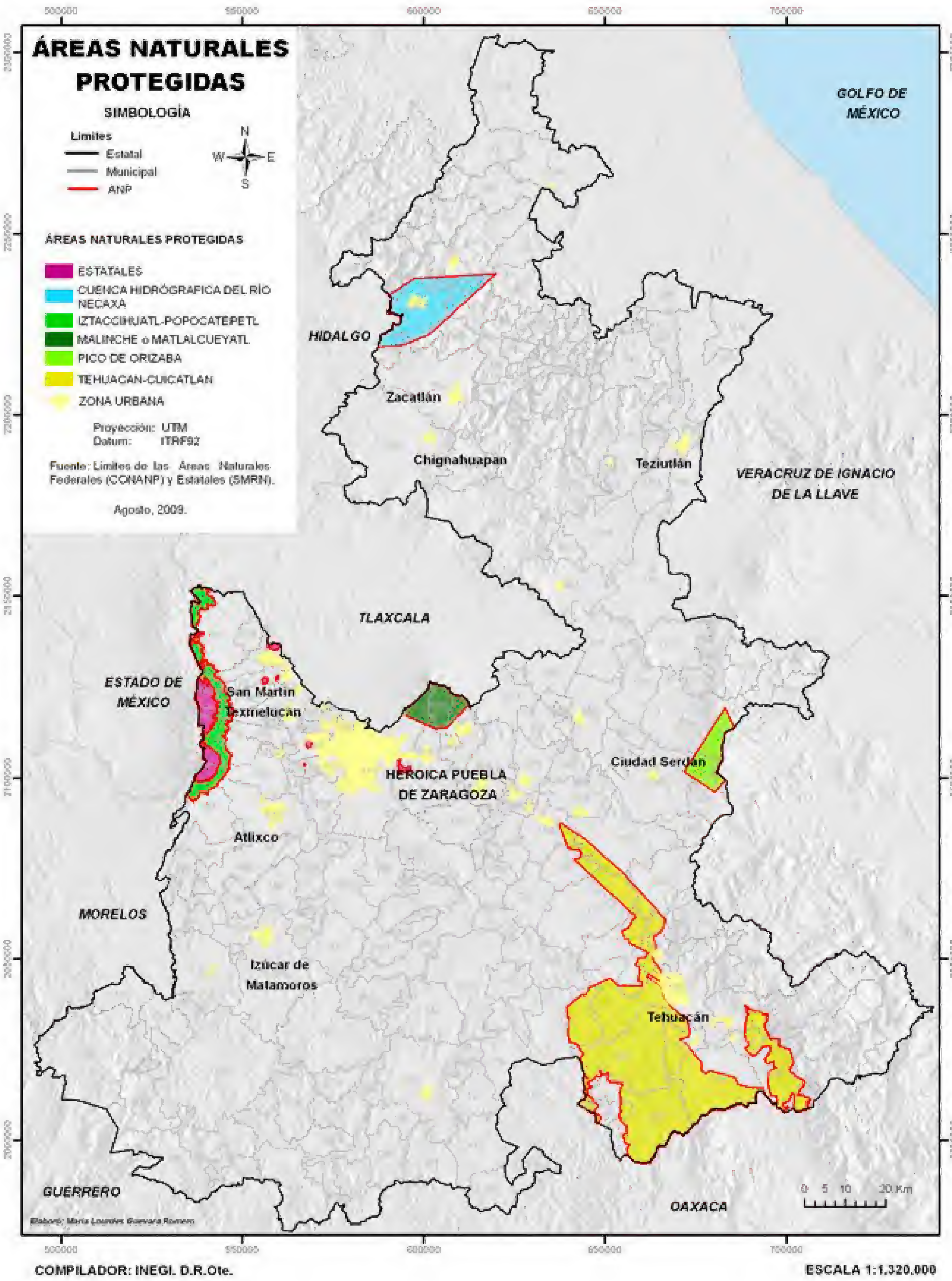



**Figura 8.2** Áreas Protegidas Federales en el estado de Puebla (INEGI, 2009)

**Cuadro 8.1** Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Puebla (CONANP 2009)

| ANP | Categoría | Superficie (ha) | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Ubicación | Injerencia |
|---|---|---|---|---|---|
| Tehuacán-Cuicatlán | Reserva de la Biosfera | 490 187 | 183 499.86 | Oaxaca y Puebla | Federal |
| Iztaccíhuatl–Popocatépelt Zoquiapan y anexas | Parque Nacional | 40 591 | 11 121 | México, Puebla y Morelos | Federal |
| Malinche o Matlalcuéyatl | Parque Nacional | 45 711 | 14 479.32 | Tlaxcala y Puebla | Federal |
| Pico de Orizaba | Parque Nacional | 19 750 | 12 253.56 | Veracruz y Puebla | Federal |
| Cuenca Hidrográfica del río Necaxa | Área de Protección de Recursos Naturales | 39 557 | 32 292.28 | Hidalgo y Puebla | Federal |
| **Totales** | | **635 796** | **253 646.02** | | |

**Cuadro 8.2** Descripción del área Cuenca Hidrográfica del río Necaxa (CONANP 2009)

| ANP | Categoría | Fechas de decreto | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Municipios | Tipos de vegetación |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca Hidrográfica del río Necaxa | Área de Protección de Recursos Naturales | 20/oct/1938<br>9/sep/2002 | 32 292.28 | Acoxochitlán<br>Ahuazotepec<br>Chiconcuautla<br>Cuautepec de Hinojosa<br>Huauchinango<br>Juan Galindo<br>Naupan<br>Tlaola<br>Xicotepec<br>Zacatlán<br>Zihuateutla | Bosque de pino<br>Bosque de pino y encino<br>Bosque mesófilo de montaña<br>Selva mediana perennifolia<br>Selva alta perennifolia<br>Humedales artificiales (cinco represas) |

El área está conformada por amplias zonas de vegetación bien conservada, así como por pastizales, áreas agrícolas, una zona urbana de gran densidad y varias localidades con caseríos dispersos.

En cuanto a fauna silvestre con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002) se registran en la zona 5 especies de anfibios, 7 de reptiles, 21 de aves, 6 de mamíferos y 5 de flora (especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 de la Cuenca Hidrográfica del río Necaxa Anexo I) (CONANP 2009).

Algunos de los factores que han impactado de mayor forma la cobertura vegetal y los hábitats del ANPs son el crecimiento de la mancha urbana

**Figura 8.3** Presa Los Reyes en la Cuenca hidrográfica del río Necaxa. (Foto: Héctor Hernández Vargas)

y de infraestructura carretera, aunque cabe señalar que el aprovechamiento y manejo de los recursos forestales, que desde hace muchos años se ha dado en el área, ha permitido la permanencia y regeneración de sus bosques, evitando su degradación y fomentando en la población local la continuidad en las tareas de reforestación. Actualmente se realizan campañas de "Educación Ambiental y Difusión" para la conservación de los recursos naturales. Además se está elaborando una propuesta de modificación al decreto que permita incorporar al manejo y aprovechamiento áreas boscosas abandonadas por la suspensión de autorizaciones y que han sido afectadas por incendios, plagas y enfermedades forestales.

En lo que respecta a la importancia hídrica, la zona ha sido reconocida como sitio Ramsar denominado: "Sistema de represas y corredores biológicos de la cuenca hidrográfica del río Necaxa".

### Parque Nacional "La Malinche"

Cuenta con una superficie de 45 711 ha, de las que 14 479.32 corresponden al estado de Puebla y se ubican en la región Valles Centrales. Los tipos de vegetación y uso del suelo registrados en la zona son: forestal 41.8 % -bosques de encino (*Quercus*), pino (*Pinus*) y oyamel (*Abies*)- pastizal, agricultura y ganadería (58.9 %) (Cuadro 8.3).

El parque tiene un rango altitudinal que va de los 2 400 a los 4 461 msnm (Vargas 2002). Presenta dos tipos de climas: E(T)H frío, con lluvias en verano, temperatura media anual de 2 a 5° C, el mes más frío con temperatura menor a 0 °C. C(w2)(w)(b) ig; semifrío, subhúmedo, con temperatura media anual

**Cuadro 8.3** Descripción del Parque Nacional La Malinche (CONANP 2009).

| ANP | Categoría | Fecha de decreto | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Municipios | Tipos de vegetación |
|---|---|---|---|---|---|
| La Malinche | Parque Nacional | 6/oct/1938 | 14 479.32 | Puebla, Amozoc, Acajete y Tepatlaxco | bosque de *Quercus*, bosque de coníferas (*Pinus* y *Abies*) zacatonal, bosque de *Juniperus* |

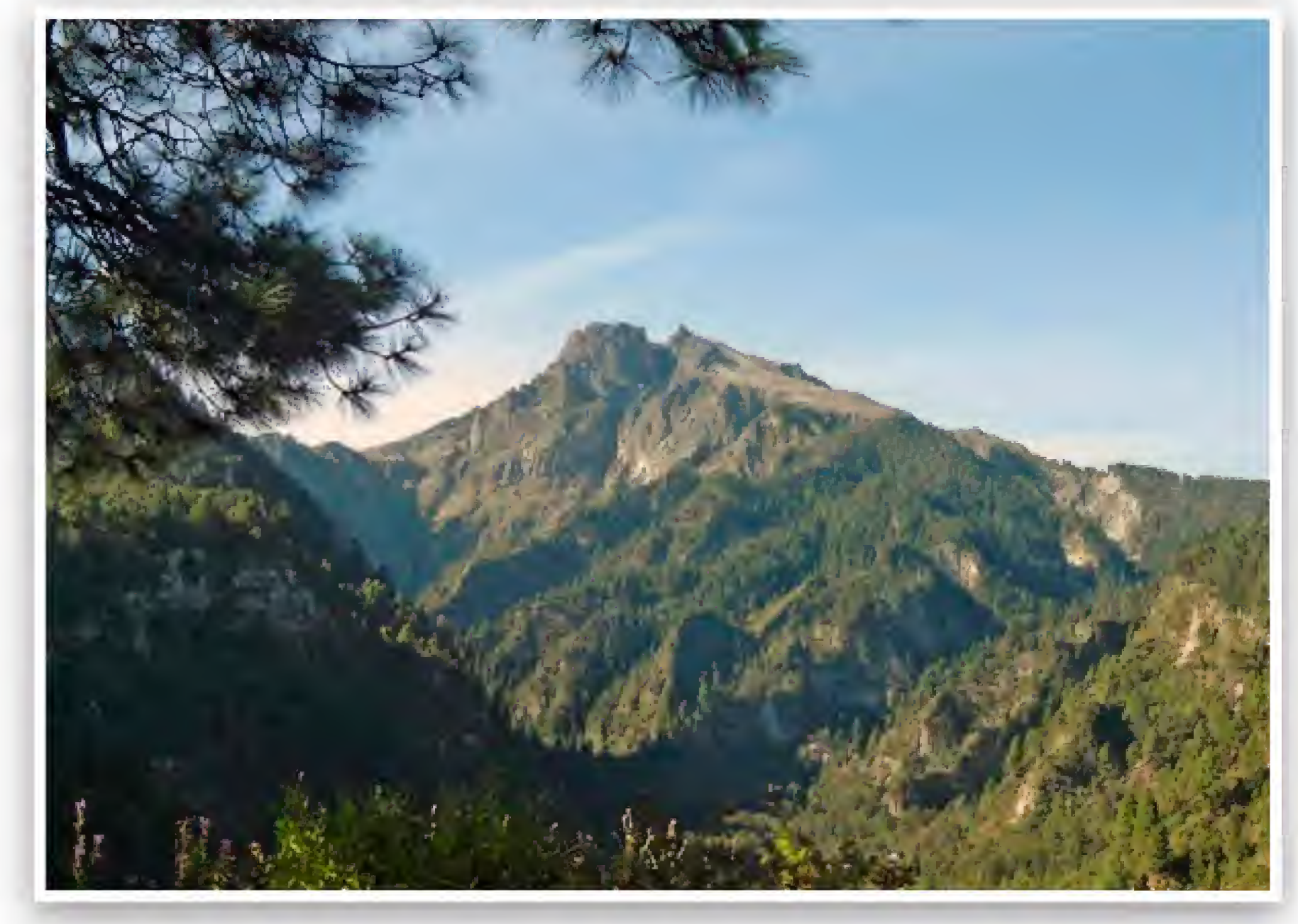


**Figura 8.4** Parque Nacional La Malinche. (Foto: Omar Cecilio Hernández)

de 5 a 12° C y el mes más frío con temperatura de -3 a 18° C (Vargas 2002) (Figura 8.4).

En esta ANP se han encontrado siete especies de anfibios, 14 de reptiles, 111 de aves y 37 de mamíferos, de las cuales cinco especies de anfibios, cuatro aves, siete reptiles y una de mamíferos están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con alguna categoría de riesgo. En el caso de la flora se cuenta con un registro de 88 musgos, 393 angiospermas y 12 gimnospermas, de las cuales, tres especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF 2002).

La presencia de 32 comunidades humanas dentro de la poligonal del Parque Nacional ejerce una fuerte presión sobre los recursos forestales, lo que ha provocado la fragmentación de la vegetación por cam-

bios de uso del suelo, tala inmoderada e incendios forestales. En contraste, la zona cumple funciones importantes como principal fuente de recarga y aprovisionamiento de agua para la ciudad de Puebla, y de corredor biológico entre las montañas más altas de México.

### Parque Nacional "Pico de Orizaba"

El Parque Nacional Pico de Orizaba cuenta con una extensión de 19 750 ha, de las cuales 12 253.56 se localizan en el estado de Puebla (Cuadro 8.4). Comprende parte de la región Libres-Serdán, Región hidrológica Golfo centro, Cuenca: Lago Totolcingo C140LT, Subcuenca: Huamantla-San Diego-Tepexmelucan. Se localiza entre las coordenadas geográficas 18° 56´ 30" y 19° 09´ 30" norte y entre 97° 12´ 30" y 97° 22´ 30" oeste (Vargas 2002) (Figura 8.5).

El Volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl es la montaña más alta de México con 5 610 msnm; alberga una alta biodiversidad que comprende 160 especies

**Cuadro 8.4** Descripción del Parque Pico de Orizaba (CONANP 2009).

| ANP | Categoría | Fecha de decreto | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Municipios | Ecosistemas |
|---|---|---|---|---|---|
| Pico de Orizaba | Parque Nacional | 4/ene/1937 | 12 253.56 | Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma, Atzitzintla | Bosques de Oyamel, Bosques de *Pinus hartewegii*, y páramos de altura. |

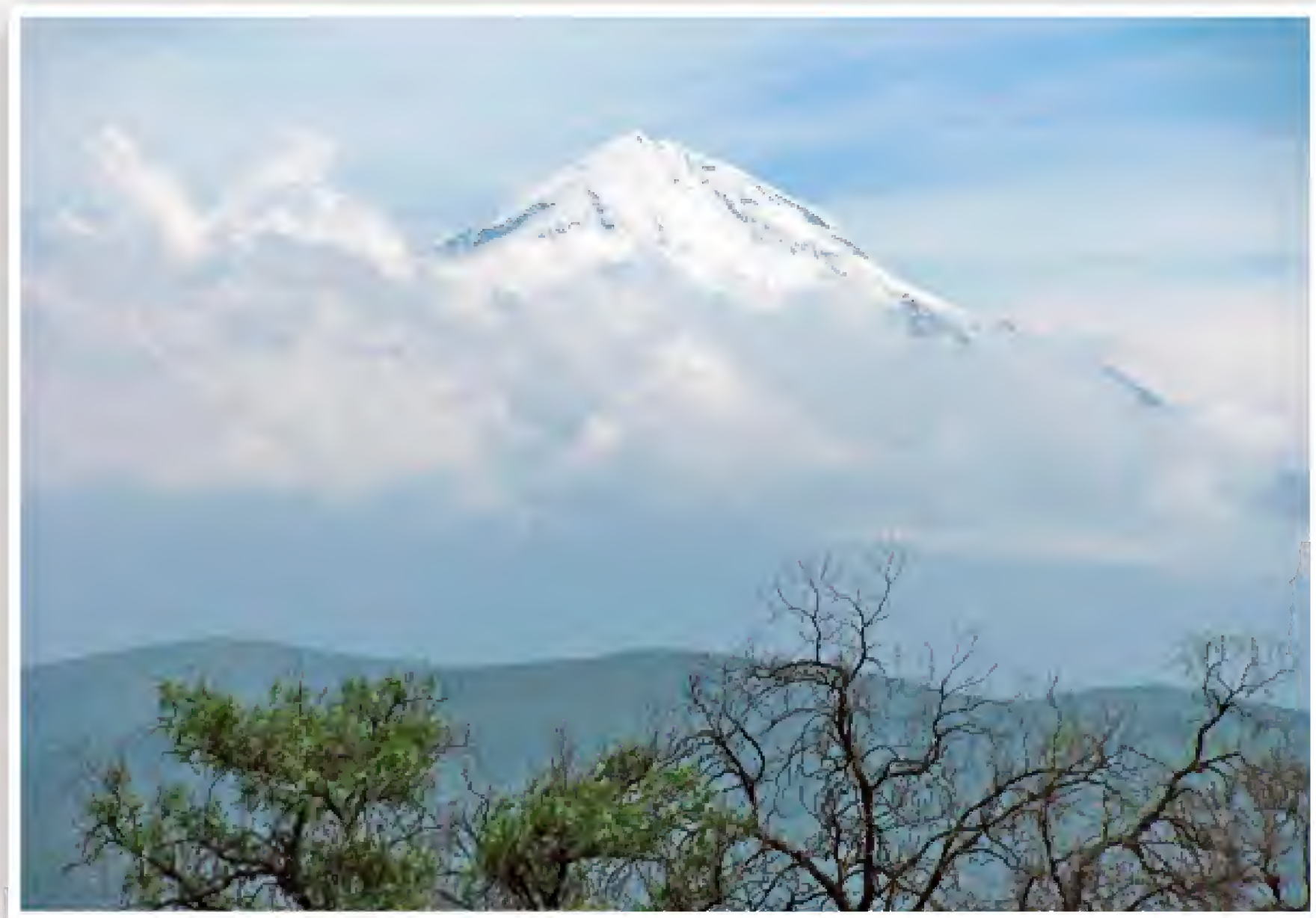


**Figura 8.5** Parque Nacional Pico de Orizaba (Foto: Stacey Weller)

**Cuadro 8.5** Descripción del Parque Izta-Popo (CONANP 2009).

| ANP | Categoría | Fecha de decreto | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Municipios | Tipos de vegetación |
|---|---|---|---|---|---|
| Iztaccíhuatl-Popocatépetl Zoquiapan y anexas | Parque Nacional | 11/feb/1948 | 11 121 | Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos, San Salvador El Verde, Tlahuapan, Tochimilco, Atlixco, Tianguismanalco, Calpan, Chiautzingo, Domingo Arenas, Nealtican, San Felipe Teotlalcingo | Bosque de *P. Montezumae* asociado con géneros *Quercus, Abies, Arbutus, Alnus, Salix* y *Buddleia*; Bosque de *Pinus hartwegii*; *Pinus ayacahuite* con *Abies religiosa*. Pastizal alpino y subalpino |

de vertebrados terrestres, 48 especies de mamíferos, (cuatro endémicas), 48 de anfibios y reptiles (27 endémicas) y 64 de aves (nueve endémicas). Desgraciadamente, nueve especies de mamíferos, 31 de reptiles y cuatro de aves se encuentran citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 bajo alguna categoría de riesgo. Entre las especies amenazadas más emblemáticas destacan el lince (*Lynx rufus*) y la serpiente de cascabel (*Crotalus triseriatus*).

El parque es un área de conectividad entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur. Se considera que las poblaciones de algunos vertebrados silvestres como zorras, gavilanes, comadrejas, conejos y el propio lince, han vuelto a ser notorias en la zona, como efecto de los trabajos de conservación y difusión realizados en el parque con las comunidades locales (CONANP 2009).

## Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan

Se ubica entre los estados de Puebla, Morelos y de México; de acuerdo al decreto de 1948 la superficie es de 25 679 ha, sin embargo, se puede encontrar el dato de la superficie calculada de 40 591 ha (CONANP, 2010) debido a que incluye la elevación de las montañas donde se ubica el parque; dentro del estado de Puebla se encuentran 11 121 ha, que es el 27 % de su superficie (Cuadro 8.5). Las coordenadas geográficas extremas se muestran en el Cuadro 8.6.

Se ubica dentro de la zona templada subhúmeda de México, en el Eje volcánico transmexicano, región de sierra Nevada, cuenca alta del río Balsas con un gradiente altitudinal entre los 3 000 a los 5 480 msnm, lo que le confiere una amplia diversidad de condiciones climáticas que van desde el templado húmedo hasta el clima frío a muy frío.

Estas condiciones generan un mosaico ecosistémico que incluye bosques templados (*Pinus montezumae* frecuentemente asociado con *Pinus hartwegii, P. ayacahuite* y *Abies religiosa*, así como con especies de los géneros *Quercus, Abies, Arbutus, Alnus, Salix y Buddleia*), pastizal alpino, subalpino y páramo de altura. En el ANP se registran 465 especies de todos

**Cuadro 8.6** Coordenadas geográficas extremas del Parque Izta-Popo

| Límite extremo | X | Y |
|---|---|---|
| Norte | 98° 40′ 18″ | 19° 28′ 2″ |
| Oeste | 98° 46′ 40″ | 19° 20′ 29″ |
| Este | 98° 37′ 28″ | 19° 16′ 16″ |
| Sur | 98° 40′ 27″ | 19° 14′ 36″ |

**Cuadro 8.7** Especies en el Parque Izta-Popo (Pr = Protección Especial, A = Amenazadas)

| Grupo | Número de especies | Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 | Endémicas |
|---|---|---|---|
| Hongos | 74 | 1 Pr, 6 A. | |
| Flora | 162 | 1 Pr | |
| **Vertebrados Terrestres** | | | |
| Anfibios | 6 | 1 Pr, 3 A | 4 |
| Reptiles | 10 | 4 Pr, 6 A. | 4 |
| Aves | 162 | 7 Pr, 1 A. | 6 |
| Mamíferos | 51 | 4 Pr, 1 A | 8 |

los grupos de las que 23 son endémicas y 30 están bajo algún criterio de protección (Cuadro 8.7).

Entre las especies amenazadas se encuentra el conejo de los volcanes, zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*), especie endémica en la categoría de peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2001, y que se considera sumamente vulnerable, lo que ha llevado a la implementación de un programa especial de protección y monitoreo para su conservación.

Aunado a la pérdida y afectación de especies, la problemática del área es muy compleja: por un lado no se han indemnizado las tierras que fueron expropiadas para establecer el Parque Nacional, lo que ha propiciado la inconformidad de ejidatarios y comuneros. Por otra parte en el área del Parque y en su zona de influencia existe la tala clandestina organizada (equipada con motosierras, camiones y armas) y la tala hormiga para la obtención de leña y carbón. Esta situación ha propiciado que en la actualidad se tenga un bosque fragmentado con una cobertura forestal menor al 60 % de su superficie original (CONANP 2009).

Las acciones encaminadas a la protección y recuperación de las condiciones naturales del Parque Nacional se han visto favorecidas a raíz del establecimiento de restricciones de acceso, dadas por la constante actividad del volcán Popocatépetl, además de las acciones de educación ambiental, difusión y trabajo comunitarios que han logrado sacar la ganadería del parque y ampliar las áreas de restauración. Destaca el proyecto denominado "Fábrica de Agua", que ha sido reconocido y apoyado por organismos nacionales e internacionales.

## Reserva de la Biosfera "Tehuacán–Cuicatlán"

La Reserva de la Biosfera "Tehuacán-Cuicatlán" (RBTC) se ubica en los estados de Puebla y Oaxaca, concretamente en la región de donde adquiere el nombre (Valle de Tehuacán–Cuicatlán), región Xerofítica Mexicana (Rzedowski 1978); cuenta con una superficie de 490 187 ha (Figura 8.6) (Cuadro 8.8, Cuadro 8.9). La mayor parte de la superficie de la reserva corresponde a tierras Ejidales y Comunales (95 %) distribuida en 132 núcleos agrarios.

Su importante diversidad biológica, geológica y cultural es el resultado de procesos ecológicos y evolutivos influidos por la orografía de las sierras de Zongolica, Negra y Mazateca sobre los valles de Tehuacán, Zapotitlán, la Cañada Oaxaqueña y la Sierra Mixteca. Dadas las condiciones de aridez, las plantas y los animales silvestres han desarrollado una muy importante variedad de estrategias adaptativas que se traducen en una alta biodiversidad; cerca de 3 200 especies de plantas, con un endemismo por arriba del 13 % (Smith 1965, Villaseñor *et al.* 1990), grupo en el que destacan las cactáceas, sobre todo las columnares que en esta región alcanzan su máxima diversificación a nivel mundial. En vertebrados

**Figura 8.6** Bosque de cactáceas en el Valle de Tehuacán (Foto: Stacey Weller)

**Cuadro 8.8** Coordenadas geográficas extremas de la Reserva de la Biosfera de "Tehuacán-Cuicatlán"

| Extremo | Municipios | X | Y |
|---|---|---|---|
| Extremo norte | Tecamachalco, Puebla | 18° 52′ 36″ | 97° 41′ 31″ |
| Extremo sur | San Juan Bautista Atatlahuca, Oaxaca | 17° 32´ 32″ | 96° 43´ 13″ |
| Extremo este | San Juan Bautista Atatlahuca, Oaxaca | 17° 38´ 57″ | 96° 41´ 31″ |
| Extremo oeste | Santiago Chazumba, Oaxaca | 18° 13´ 2″ | 97° 48´ 35″ |

**Cuadro 8.9** Descripción de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (CONANP 2009).

| ANP | Categoría | Fecha de decreto | Superficie aprox. en el estado de Puebla (ha) | Municipios | Ecosistemas |
|---|---|---|---|---|---|
| Tehuacán-Cuicatlán | Reserva de la Biosfera | 8/sep/1998 | 183 499.86 | Tecamachalco, Palmar de Bravo y Cañada Morelos, Chapulco, San José Miahuatlán, Tehuacán, Ajalpan, Zinacatepec, Coxcatlán, Zoquitlán, Coyomeapan, Caltepec y Zapotitlán Salinas, Atexcal, Tehuacán, Tepanco de López, Tlacotepec de Benito Juárez, Yehualtepec | Matorral Xerófito, Bosque Templado, Bosque Tropical Seco, Bosque Escuamifolio |

terrestres se encuentran 588 especies: 18 de peces, 25 anfibios, 78 reptiles, 131 mamíferos, 336 aves de las que 108 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con 6 en peligro de extinción, 43 amenazadas y 59 en protección especial.

En el anexo II se enlistan las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Cuadro 8.10).

En el área se encuentran importantes yacimientos fosilíferos que se consideran clave para el estudio del Cretácico medio en el centro del país (principalmente en el valle de Zapotitlán) y un registro muy completo del proceso de domesticación del maíz (*Zea mays*), la calabaza (*Cucurbita* sp.), el amaranto (*Amaranthus hypocondriacus*) y el aguacate (*Persea americana*).

Las localidades de la reserva poseen diversos sitios de interés para los visitantes durante todo el año, desde jardines botánicos, parques y senderos interpretativos, sitios arqueológicos e históricos, museos paleontológicos y comunitarios, valles, ríos, cascadas y cañones exuberantes que sirven de refugios a su flora y fauna, así como diversas expresiones culturales entre las que destacan las artesanías (barro bruñido, palma de sombrero, ónix) que han sido galardonadas en concursos nacionales en los últimos años y ferias como las de la Pitahaya o la Pitaya, las Tetechas, el Cuchamá y el festival de la Matanza.

**Cuadro 8.10** Especies de la RBTC protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 (CONANP 2009).

| Grupo | Número de especies | Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 | Endémicas |
|---|---|---|---|
| Flora | 3 200 | Anexo II | 13 % |
| **Vertebrados Terrestres** | | | |
| Anfibios | 27 | 4 | |
| Reptiles | 83 | 43 | |
| Aves | 338 | 46 | |
| Mamíferos | 131 | 20 | |

## Áreas naturales protegidas estatales

En el estado de Puebla existen cuatro distintas categorías de protección de ANPs estatales de acuerdo a la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del estado de Puebla (2002) (Titulo Tercero, Capítulo I Artículo 63):

I De jurisdicción estatal:

a) Los parques estatales y

b) Las reservas estatales

II De Jurisdicción Municipal:

a) Las zonas de preservación ecológica de los centros de población

Actualmente existen 10 ANP´s de competencia estatal, de las que sólo el parque Flor del Bosque es administrado por el gobierno del estado con la aplicación de su plan de manejo. Las demás áreas no cuenta con personal y hay un fuerte desconocimiento de su biodiversidad y sus condiciones de conservación. Algunas de ellas se ubican dentro de la zona urbana de la ciudad de Puebla por lo que existe la necesidad de hacer una revisión y actualización de estos decretos.

## Parque Estatal Flor del Bosque

*Luis Enrique Martínez Romero y Elizabeth Adriana Flores Jiménez*

El parque estatal Flor del Bosque surge a partir de que en el año de 1984 el gobierno del estado adquirió parte de los predios "Flor del bosque", "El charro" y el "Coyote", que por decreto presidencial del 28 de marzo de 1937 habían sido reconocidos como parte de la zona de protección forestal de Puebla. De esta forma, el 24 de enero de 1987 se inauguró con el nombre de *Parque Ecológico Recreativo General Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque"*. Cuenta con una superficie de 664 ha y se ubica en el municipio de Amozoc de Mota, en las coordenadas geográficas 19° 00' 00" y 19° 01' 50" de latitud Norte y 98° 20' 35" y 98° 20' 53" de longitud Oeste. Presenta altitudes que van de los 2 200 a los 2 470 msnm. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual va de los 700 a los 900 mm y su temperatura promedio anual es de 16 a 18° C.

La vegetación predominante en el parque es el bosque de encino (*Quercus* spp.) combinado con sabinos (*Juniperus* spp.) y madroños (*Arbutus* sp.), el matorral espinoso (uña de gato, cazahuate, biznagas, agaves y nopales), el pastizal y el bosque de eucalipto (estos últimos inducidos). En cuanto a su fauna silvestre se tienen registradas una especie de carpa común (*Cyprinus carpio*), cuatro especies de anfibios, 13 de reptiles, entre las que destacan la víbora de cascabel enana (*Crotalus* sp.), el escorpión *(Xenosaurus* sp.), el chintete y el cincuate mexicano; siete de estas especies son endémicas; se cuenta además con 105 especies de aves, entre las que destacan aves migratorias y rapaces, así como pequeños mamíferos.

En lo que respecta a la operación del parque, su manejo se rige bajo cinco ejes fundamentales:

- Conservación. Se llevan a cabo acciones de protección y manejo de los recursos naturales y de las especies existentes en el área, encaminadas a garantizar su conservación, así como de los procesos y funciones de los sistemas naturales.
- Investigación. Se realizan estudios e investigaciones encaminados a generar información para la conservación de la diversidad biológica y de los procesos y funciones de los sistemas naturales presentes en el área.
- Administración. Se encarga de ejecutar y dar seguimiento a todos los programas, establecer canales de comunicación y participación con los diferentes sectores y administrar eficientemente los recursos materiales, financieros y humanos.
- Educación ambiental y difusión. Tiene la finalidad de ofrecer información sobre la naturaleza y sus valores e importancia, que den como resultado un cambio de actitud y, la implementación de prácticas de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales por medio de programas y talleres de educación ambiental dirigidos a la población local y visitantes.
- Aprovechamiento de recursos y uso público. Se realizan programas que brindan los elementos para la diversificación de actividades; incluye todas las actividades de recreación y esparcimiento que ofrece el parque.

**Reserva Ecológica Estatal "Cerro Zapotecas"**
Esta área fue decretada el 26 de Noviembre de 2008 como reserva estatal con una superficie de 536 ha de bosque de pino-encino, ubicada en el municipio de San Pedro Cholula, entre los paralelos: 19° 03' 38'' y 19 04' 55'' de latitud norte y entre los meridianos 98° 19' 44'' y 98° 20' 28'' de longitud oeste, con un gradiente altitudinal de los 2 175 a los 2 300 msnm (POEP de 2008).

Esta área protegida evitará que la mancha urbana de San Pedro Cholula se siga expandiendo sobre el área forestal, puesto que en la última década la construcción de casas ha ido en aumento en las laderas. Actualmente se encuentra en elaboración el programa de manejo.

Los municipios que recargan sus acuíferos con el agua de lluvia que capta el cerro son: San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Cuautlancingo, Coronango y Juan C. Bonilla (El Sol de Puebla 7 de febrero de 2008).

En el Cuadro 8.11 se muestran los nombres de las otras áreas protegidas estatales de las que no hay más información. Sin embargo, se sugiere que muchas de ellas sean consideradas para su recategorización debido a que la zona urbana las ha absorbido y actualmente no hay vegetación nativa.

## Otras áreas

Existen otras zonas propuestas como áreas naturales protegidas y son las siguientes:

**Sierra del Tentzon (ANP en proceso)**
A partir de mes de julio del año 2008, la entonces Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN) y el Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regional (CUPREDER-BUAP) iniciaron las actividades correspondientes para contar con el *Estudio previo justificativo para decretar un área natural protegida* en la llamada Sierra del Tentzon y el área boscosa al sur del municipio de Puebla.

Al 2010 se tienen avances en la fase de diagnóstico y caracterización física, biológica y socioeconómica de la zona. Para concluir el estudio, es

**Cuadro 8.11** Áreas naturales protegidas de competencia estatal (SMRN 2009).

| Nombre | Superficie (ha) | Coordenadas | altitud (msnm) |
|---|---|---|---|
| Cerro Comalo | 21.6 | 19° 01' 16" N<br>98° 20' 44" y<br>98° 20' 58" O | 2 200 |
| Cerro de Amalucán | 135.9 | 19° 02' 36" N<br>19° 03' 11" N<br>98° 08' 10" O<br>98° 08' 25" O | 2 300 |
| Cerro Mendocinas | 229.9 | 19° 13' 24" y<br>19° 14' 26" N<br>98° 26' 03" y<br>98° 27' 07" O | 2 600 |
| Cerro Tepeyac | 95.7 | 19° 14' 02" N y<br>19° 14' 46" N<br>98° 25' 46" O y<br>98° 26' 24" O | 2 380 |
| Cerro Totolqueme | 759.8 | 19° 18' 58" y<br>19° 19' 54" N<br>98° 25' 57" O y<br>98° 26' 50" O | 2 580 |

necesario verificar *in situ* los parámetros físicos, biológicos y socioculturales. Con todo lo anterior, se contará con el estudio completo para continuar con los procedimientos jurídicos y administrativos correspondientes que se indican en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007).

La Sierra del Tentzon se ubica en la zona del centro del estado de Puebla y comprende una amplia región con ecosistemas representativos de bosques de encino de afinidad tropical y templada, selva baja caducifolia y matorral xerófilo, que albergan especies de vertebrados de las zonas tropicales y templadas.

El nombre de *Sierra del Tentzon* se ha propuesto considerando que la mayor parte de su superficie corresponde a la formación geográfica del mismo nombre, Cerro del Tentzon, que en su ladera oriental, se levanta una eminencia escarpada que tiene la figura de una cara humana con lengua y barba, de donde toma su nombre (Tenzon: barba). Ubicado en el extremo oriente de la sierra es reconocido por los pobladores de la región, como el *Cerro de las barbas* o el *Cerro del Viejito*. Esta denominación tiene una sólida base cultural y tradicional desde tiempos prehispánicos, que se ha representado en documentos que datan desde el siglo XII.

Por su ubicación, la Sierra del Tentzon conforma un corredor biológico que permite la conectividad entre grandes zonas de protección; el Parque Nacional Izta-Popo, El Volcán Malintzin y la Reserva ecológica del "Parque Estatal Lázaro Cárdenas del Río, Flor del Bosque", así como de la Presa de Valsequillo, lo que ha moldeado su importancia ecológica y cultural, representativa del estado de Puebla y que de manera directa e indirecta influyen en su composición biológica, albergando una gran riqueza y diversidad de especies, algunas de ellas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

El polígono del área propuesta comprende una superficie estimada de 59 444 ha, ubicadas en el centro-sur del estado de Puebla. Se encuentra delimitada por la Presa Manuel Ávila Camacho o Lago de Valsequillo y la ciudad de Puebla al norte, por los cerros y lomeríos de la región Mixteca al sur, por los valles de Atlixco y Matamoros al poniente y por los municipios de Tepexi de Rodríguez y Ahuatempan, al oriente. En la Sierra del Tentzon confluye parte del territorio de 16 municipios (Atlixco, Atoyatempan, Huatlatlauca, La Magdalena Tlatlauquitepec, Molcaxac, Ocoyucan, Puebla, San Diego La Mesa Tochimiltzingo, San Juan Atzompa, Huehuetlán El Grande, Tecali de Herrera, Teopantlan, Tepeojuma, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, San Juan Tzicatlacoyan) y 34 localidades; presenta una gradiente altitudinal que va de los 1 200 a los 2 500 msnm (INEGI 2000).

### Cerro Colorado

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas inició gestiones para fortalecer la red de áreas naturales en el estado por lo que en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN) empezaron a realizar actividades para contar con el *Estudio Previo justificativo para decretar un área natural protegida estatal* llamada Cerro Colorado, estribación de la Sierra Negra, en el Municipio de Tehuacán y aledaños.

El área de estudio abarca 22 425 ha, dentro de 6 municipios: Ajalpan, Nicolás Bravo, San Antonio Cañada, Santiago Miahuatlán, Tehuacán y Vicente Guerrero (CONANP 2009).

El Cerro Colorado es un área importante debido a que presenta un alto grado de conservación de sus componentes naturales, caracterizado de manera general por tres tipos de vegetación: matorral xerofito, selva baja caducifolia (el último manchón importante de esta vegetación para el Valle de Tehuacán) y bosques de pino encino en su parte alta, ya que forma parte de la Sierra Negra, lugar de recarga y afluente de recursos hídricos para la parte baja del valle. (Figura 8.7).

Desde el punto de vista cultural posee importantes vestigios arqueológicos como La Mesa, parte de la cultura Popoloca y área de confluencia de otras culturas como la Náhuatl y la Mixteca.

### Zonas Federales de Ríos y Cauces Superficiales

El Gobierno Estatal ha colaborado con la Federación con la finalidad de impulsar la declaratoria de zonas de protección y reserva ecológica en las zonas federales de los ríos y cauces que se presentan en el Cuadro 8.12.

**Figura 8.7** Cerro colorado. (Foto: Stacey Weller)

**Cuadro 8.12** Zonas de protección de ríos y cauces en el estado de Puebla

| Nombre | Trayectoria (km) | Área de protección de acuerdo a cota histórica | Superficie total (ha) |
|---|---|---|---|
| Río Alseseca | 32 | 20 m | 128.8 |
| Río Atoyac | 28.6 | 20 m | 114.6 |
| Río Prieto | 7.3 | 20 m | 29.2 |
| Río Ametlapanapa | 11.8 km | 20 m | 48.8 |
| Río Zapatero | 5.9 km | 20 m | 23.8 |
| Río Rabanillo | 3.2 km | 20 m | 13 |
| Río Tlapalac | 7.7 | 20 m | 31 |
| Río Cotzala | 4.5 | 20 m | 18 |
| Río San Francisco | 1.1 | 20 m | 6.6 |

*Fuente:( http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/360/pue.html)*

## IDENTIFICACIÓN DE LAS REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

La Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha identificado 152 regiones prioritarias terrestres (RTP) cuyo objetivo general es el de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación por sus características biológicas. De esta forma el conjunto de RTP hace una superficie estimada de 407 151 km$^2$ (20.6 % del territorio nacional) de las que 30 ya formaban parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) o estaban incluidas en áreas naturales protegidas, anteriormente decretadas (Cuadro 8.13).

Como antecedentes se tomaron en cuenta los diferentes esquemas que se han diseñado a nivel nacional, como la propuesta de la CONABIO sobre las regiones prioritarias terrestres (Arriaga *et al.* 2000), el esquema de las AICA, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (Coro-Arizmendi *et al.* 2000) y otras propuestas de nivel estatal.

En el estado de Puebla hay ocho RTP's ubicadas de manera marginal en su territorio :

1) Bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental
2) Cuetzalan
3) La Malinche
4) Sierra Nevada
5) Sierras de Taxco-Huautla
6) Valle de Tehuacán-Cuicatlán
7) Pico de Orizaba-Cofre de Perote
8) Sierras del norte de Oaxaca-Mixe

En el cuadro 8.13 se muestra la coincidencia que existe entre los diferentes tipos de RTP´s y las ANP's en el estado , lo que puede fortalecer las acciones que se realizan para la conservación de la biodiversidad.

Las regiones hidrológicas prioritarias (RHP) tienen el objetivo de generar un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido (Arriaga *et al.* 2002). En Puebla convergen dos RHPs:

- 70 Cuenca Oriental
- 76 Río Tecolutla

Estas dos regiones están fuertemente impactadas por la agricultura y el sobrepastoreo, la explotación de acuíferos y el cultivo de peces exóticos. La Cuenca de Oriental comprende parte del Parque Nacional La Malinche y presenta la misma problemática del ANP: cambio de uso del suelo por agricultura, tala

**Cuadro 8.13** Regiones prioritarias de conservación en el estado (Arriaga 2000)

| ANP | RTPs | RHPs | AICAs |
|---|---|---|---|
| Cuenca Hidrográfica del río Necaxa | 102 - Bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental<br>105 - Cuetzalan | 76. Río Tecolutla | C-47 |
| La Malinche | 106 - La Malinche<br>120 - Sierras de Taxco-Huautla | 70. Cuenca Oriental | C-52<br>C-49 |
| Tehuacán-Cuicatlán | 121 -Valle de Tehuacán-Cuicatlán | | C-31 |
| Pico de Orizaba | 122 - Pico de Orizaba-Cofre de Perote<br>130 - Sierras del norte de Oaxaca-Mixe | | |
| Izta - Popo | 107 - Sierra Nevada | | C-72 volcanes Iztaccíhuatl- Popocatépetl |

**Cuadro 8.14** AICAS en el estado de Puebla (CONABIO 2000)

| Nombre | Numero | Especies |
|---|---|---|
| Volcanes Iztaccíhuatl- Popocatépetl | AICA C-72 | 193 |
| Sierra de Huautla | AICA C-49 | 139 |
| La Malinche | AICA C-52 | 78 |
| Cuetzalan | AICA C-47 | 61 |
| El Valle de Tehuacán | AICA C-31 | 89 |

inmoderada, pastoreo, incendios forestales, construcción de carreteras, sobreexplotación de agua para uso urbano, así como problemas de erosión hídrica y eólica, además de la salinización de los suelos y del agua (Arriaga *et al.* 2000).

El río Tecolutla tiene su origen en la Sierra Norte de Puebla y alimenta a la presa de Necaxa; su conservación se ha visto comprometida debido a la tala inmoderada en la cuenca alta y a la contaminación por coliformes totales en la cuenca media y baja. En contraste, algunas fuentes de información consideran que éste es uno de los ríos mejor conservados de Veracruz.

Otro factor relevante son las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Actualmente se han identificado 230 áreas, que quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; estos criterios resultaron de discusiones trilaterales y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Asimismo, se concluyó una lista de cinco áreas de prioridad mayor por región, en donde se tienen identificados los grupos locales que son capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA, teniendo como objetivos el generar herramientas de difusión que sean utilizadas como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional y fomentar la cultura ecológica, especialmente en lo referente a las aves, sirviendo de base para la formación de clubes de observadores y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

Las AICAS ubicadas total o parcialmente en el estado de Puebla se presentan en el Cuadro 8.14.

## CONSERVACIÓN *EX SITU*

*Cecilia Leticia Hernández Hernández, Dani Newcomb*

La conservación *ex situ* tiene la finalidad de preservar especímenes de especies nativas y exóticas fuera de su hábitat natural, a través de diferentes mecanismos:

- Bancos de genes y de semillas. Incluye bancos en campo y bancos de esperma y óvulos.
- Colecciones *in vitro* de tejidos de plantas y cultivos microbianos.
- Reproducción en cautiverio de animales y propagación artificial de plantas, con la posible reintroducción de estas especies a la naturaleza.
- Recolección de organismos vivos (zoológicos, acuarios y jardines botánicos) para la investigación, educación y conciencia pública.

Este tipo de actividades proporciona excelentes oportunidades para la investigación de los componentes de la diversidad biológica depositados o coleccionados. Una variedad de instituciones como

los bancos de semillas, centros de recursos microbianos, zoológicos, acuarios y jardines botánicos, tanto internacionales como nacionales, están involucrados en su investigación y conservación.

## Bancos de semillas y germoplasma

Existen varios bancos de germoplasma en el estado:

### El Banco de Germoplasma de la Universidad de las Américas, Puebla

El banco de germoplasma de la Universidad de las Américas tiene el objetivo de contribuir a la conservación de germoplasma local y desarrollar una base de datos sobre las especies y variedades frutales del altiplano poblano. El Huerto Frutal de la misma Universidad funciona como un banco de germoplasma en el que se conservan y propagan algunas especies y variedades frutales del Altiplano Poblano. Son sistemas agroforestales que presentan una mezcla de especies, variedades y técnicas de manejo y cultivo.

### Banco de germoplasma de CONAFOR-SMRN

La SMRN impulsó un proyecto para el establecimiento de un laboratorio de germoplasma en Chignahuapan dentro de las acciones del Programa de Restauración Forestal. Este proyecto contempla el mejoramiento del manejo de semillas de especies forestales para fortalecer la producción de plantas de calidad en los 25 viveros de la entidad.

De igual forma, en Puebla se cuenta con cuatro huertos semilleros: tres en la región de Zacatlán y otro en la región de Cholula, así como un banco de germoplasma cuya función es la de almacenar y conservar semilla forestal bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, para mejorar el porcentaje de geminación de las semillas que serán utilizadas en años posteriores.

### Banco Nacional de Germoplasma Vegetal "Salvador Miranda Colín"

El Colegio de Posgraduados ha realizado colectas de maíz en el estado. En las Muestras Regionales de Semillas Criollas organizadas por el Campus Puebla en la década de los 90, se colectaron muestras de semilla de maíz, enviándose un total de 508 accesiones (muestras de semilla) al Banco Nacional de germoplasma ubicado en la Universidad Autónoma de Chapingo. En el 2007, el equipo de trabajo del proyecto maíz, de la Línea Prioritaria de Investigación "Conservación y Mejoramiento de los Recursos Genético, del Colegio de Postgraduados" realizó una colecta de semilla de variedades nativas de maíz en la región Norte-Centro del estado , en los municipios de Aljojuca, Cañada Morelos, Chalchicomula de Sesma (Cd. Serdán), Cuyoaco, Esperanza, Guadalupe Victoria, La Fragua, Libres, Nopalucan, Ocotepec, Oriental, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa, San Juan Atenco, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco, Soltepec, Tepeyahualco y Tlachichuca. En ese mismo proyecto se colectó en la región de Huamantla, Tlaxcala, en los municipios de Altzayanca, Cuapiaxtla, Huamantla y Citlaltepec. En la colecta se obtuvieron 483 muestras que también fueron enviadas al Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, en el 2008. (López, P. A. *com pers*).

## Jardines botánicos

### El Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

El jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla tiene el objetivo de albergar una colección de plantas nativas del estado con los propósitos de conservación, investigación y educación.

El Jardín Botánico tiene una superficie de 11 hectáreas a una altitud de 2 150 y está ubicado dentro del Campus Universitario; su clima es de tipo templado subhúmedo. El Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla cuenta con más de 1 000 especies, tanto silvestres como cultivadas, que se reparten en ocho secciones; tres están dedicadas a albergar ejemplares representativos de las zonas norte, centro y sur del estado; cuatro están destinadas a las colecciones especiales de cactáceas, coníferas, encinos y palmas, además de la sección de plantas de importancia económica. Todo este ambiente se complementa con una zona natural inundable donde se desarrollan diferentes especies nativas de la región central de la entidad y una bella isla rodeada por un lago artificial que hace el deleite de sus visitantes.

### Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez"

El Jardín Etnobotánico tiene sus orígenes en 1993. Nace del deseo de la Dra. Eloína Peláez de crear un jardín de hierbas, es decir, plantas que han sido consideradas útiles por sus propiedades medicinales, culinarias, cosméticas, tintóreas, aromáticas u otras. Casi simultáneamente surge la idea de utilizar las plantas para producir diversos productos naturales; de ahí la creación de *Rosmarinus*, una empresa dedicada a la elaboración y venta de productos herbales con el objetivo de fortalecer el uso de las hierbas en diferentes aspectos de la vida cotidiana. El jardín original se desarrolló en las afueras de Puebla donde todavía existe como parte de las instalaciones de la empresa, pero en 1996 se extendió a Buenotla, San Andrés Cholula. La conservación de las plantas y de la biodiversidad de la región es un tema significativo en el Jardín y se definió como un objetivo central. En Cholula, la urbanización está destruyendo la vida silvestre de una forma muy rápida. Ante esto, se estan estudiando y documentando las plantas de la región y sus usos.

En el año 1999, el jardín se definió como Jardín Etnobotánico, es decir enfocado en la relación entre plantas y humanos. El objetivo es el cultivo de las plantas útiles; desde el principio se pretendió dar un perfil distintivo a la investigación y docencia. Se ve a las plantas no tanto como objetos que hay que clasificar y catalogar, sino a partir de la aportación que hacen a la vida y la necesidad vital de las personas y así desarrollar otra relación con ellas. Las plantas no se pueden entender sin estudiar su entorno natural. Por esta razón se han desarrollado en los últimos años proyectos sobre los insectos y las aves de la región. De ser un Jardín Etnobotánico, se está convirtiendo cada vez más en un centro de estudio y conservación de vida silvestre. (http://www.jardinetnobotanico.org)

### Jardín Botánico "Louisa Wardle de Camacho"

Se encuentra en las instalaciones de *Africam Safari*, en Valsequillo, Puebla. Cuenta con tres tipos de vegetación representativos de los ecosistemas del estado: bosque tropical caducifolio, bosque de encino y el matorral xerófilo. En materia de educación, cuenta con visitas guiadas todos los fines de semana; de lunes a viernes se hacen sólo con reservación. Cuenta con talleres sobre taxonomía vegetal, insecticidas naturales, plantas aromáticas y jardinería.

### Jardín Botánico Xoxoctic

Se localiza en Cuetzalan, Puebla y se ha enfocado a la recuperación y preservación de la flora característica del bosque mesófilo de montaña, que incluye los helechos arborescentes, las orquídeas y las heliconias, entre otras. Hasta el momento las actividades que realizan son: talleres temáticos sobre café e interpretación de la naturaleza, en los 600 m de senderos que tiene el lugar, y tiene un convenio con el Instituto Tecnológico de Zacapoaxtla para que los alumnos puedan realizar sus prácticas profesionales, así como estudios taxonómicos y de conservación, entre otros.

### El Jardín Botánico "Helia Bravo Hollis" de Zapotitlán Salinas, Puebla

Es uno de los museos vivientes más importantes de México. El lugar debe su nombre a la investigadora que en vida fue considerada la máxima autoridad de cactología de nuestro país. Este sitio se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, donde se alberga una gran cantidad de cactáceas globosas y columnares y otras especies del matorral xerófilo (Figura 8.8). Allí se realizan actividades de educación ambiental, interpretación de la naturaleza, observación de aves, de flora, caminatas y fotografía; es un espacio para la investigación científica (Botánica) y para la reproducción y propagación de plantas nativas a través de UMAS; se efectúa también la muestra gastronómica de temporada (tetechas, cuchamá, palmitos, cocopaches).

## Reproducción de especies en cautiverio/zoológicos

### Africam Safari

Es una organización sustentable que proporciona experiencias divertidas, innovadoras y de aventura a través de momentos de inmersión en la naturaleza, dentro de un ambiente seguro y familiar. Se resguarda y protege la vida silvestre, buscando cambiar

**Figura 8.8** Jardín botánico Helia Bravo Hollis. (Foto: Stacey Weller)

actitudes para conservar ecosistemas, cimentando una nueva cultura de amor y respeto por la naturaleza. Representa al Grupo Especialista en Reproducción y Cría (CBSG/SSC/IUCN)) en México, que se dedica a salvar especies amenazadas al incrementar la efectividad de los esfuerzos de conservación en todo el mundo. En los últimos cinco años, el CBSG en México ha trabajado con la Oficina de Especies Prioritarias de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas para hacer frente a las necesidades y a los requisitos del gobierno mexicano con respecto a la conservación de las especie mexicanas en peligro de extinción (http://www.africamsafari.com.mx/conservacion.php).

**Aviario de Puebla**

Desde sus inicios en 1991 año en el que la Unión de Capturadotes, Transportistas y Vendedores del Aves Canoras y de Ornato se hace cargo de la administración y operación del Aviario, un centro de exposición de especies en peligro de extinción, actualmente cuenta con 150 especies de aves; entre sus objetivos se pueden mencionar la conservación de la avifauna del estado de Puebla *in situ* y *ex situ*, la investigación en torno a la identificación de aves silvestres, así como el manejo y reproducción de aves en cautiverio logrando reproducir hasta la fecha 52 especies de aves mexicanas; la educación es otro de sus objetivos, contando actualmente con recorridos guiados, talleres

y cursos para niños y adolescentes, con los temas: "El Mundo de las Aves" y "Biodiversidad" así como capacitación para grupos de base sobre construcción y manejo de UMAS (Figura 8.9).

## CONSERVACIÓN DE SUELOS

*María Antonieta Isidro Vázquez*

La fuerte presión ejercida por la creciente población humana sobre los recursos naturales en los últimos 200 años está provocando la desertificación de millones de hectáreas en el mundo, lo que se manifiesta principalmente por la erosión del suelo (Becerra 1998).

El suelo es un recurso natural cuya degradación ha sido poco perceptible y escasamente atendida por programas gubernamentales, a pesar de ser fundamental para sostener los procesos productivos de los ecosistemas. Por ello, su conservación y restauración es indispensable para evitar su pérdida, degradación y erosión, que normalmente comienzan por la deforestación y el daño de la cubierta vegetal, abatiendo su capacidad de retención y filtración de agua, lo que favorece la disminución de los mantos freáticos y la calidad del líquido (Contreras *et. al.* 2006).

La erosión acelerada de los suelos y la degradación del entorno en muchas zonas montañosas del estado de Puebla viene ocurriendo desde hace décadas, debido principalmente, a la introducción de la agricultura en ladera. Poco o nada se hace para detener este proceso que se extiende cada vez con mayor fuerza sobre las zonas forestales, y pese a las características favorables que presentan los ecosistemas montañosos, los suelos se vuelven cada vez menos productivos, debido a la explotación indiscriminada a la que han sido sometidos. (Becerra 1998).

**Figura 8.9** Aviario de puebla. (Foto: Cecilia Hernandez Hernandez)

Debido a esto, es importante aplicar programas que se orienten a reducir la expansión de las actividades agropecuarias en las zonas forestales, incorporando criterios de sustentabilidad y fomentando tecnologías que eviten la erosión del suelo, pérdida de nutrientes, de riqueza microbiana y de su capacidad de retención de humedad y captación de agua, soporte estructural y resistencia a la degradación, factores que le dan calidad al suelo para funcionar adecuadamente (Vergara y Etchevers 2004).

De acuerdo a la SEMARNAT (2002), la degradación de suelos en el estado de Puebla, conforme a los procesos y niveles de degradación, afecta una superficie de 1 499 437 ha (Cuadro 8.15 y 8.16), dato que al compararse con la extensión total del estado comprende el 43.73 % de área afectada.

En el Cuadro 8.17, se presentan los principales tipos de vegetación y uso de suelo con mayor degradación de suelo a nivel nacional y que se encuentran presentes en el estado de Puebla.

De acuerdo a las estadísticas de la SMRN del estado de Puebla, en el año 2008 se registraron en los 217 municipios de la entidad 200 238.694 ha con alto grado de erosión, lo que equivale al 5.84 % del territorio estatal. Para la prevención de este problema, entre los años 2005 y 2007 se llevó a cabo el Programa de Control de Erosión, que hasta el momento se ha aplicado en 48 municipios del estado, entre los que se encuentran: Acajete, Acatlán, Ahuehuetitla, Ajalpan, Amozoc, Aquixtla, Atexcal, Atlixco, Atoyatempam, Atzitzihuacan, Atzitzintla, Ayotoxco de Guerrero, Cañada Morelos, Chalchicomula de Sesma, Chapulco, Chiautla, Chietla, Chila, Cohetzala, Coyomeapan, Guadalupe, Ixtacamaxtitlán, Ixtepec, Mazapiltepec de Juárez, Mixtla, Nauzontla, Nicolás Bravo, Nopalucan, Piaxtla, Puebla, San Antonio Cañada, San Felipe Teotlalcingo, San Jerónimo Xayacatlán, San Matías Tlalancaleca, San Nicolás de los Ranchos, San Pablo Anicano, Tecali de Herrera, Teopantlan, Teotlalco, Tepanco de López, Tepeyahualco, Tianquismanalco, Tlachichuca, Tlatlauquitepec, Totoltepec de Guerrero, Tuzamapan de Galeana, Tzicatlacoyan, Vicente Guerrero, Zacapoaxtla y Zacatlán. En estos municipios se han implementado

**Cuadro 8.15** Procesos de degradación por superficie afectada en el estado de Puebla (SEMARNAT, 2002).

| Proceso de degradación | Superficie afectada (ha) |
|---|---|
| Degradación física | 97 269 |
| Degradación química | 741 312 |
| Erosión eólica | 323 190 |
| Erosión hídrica | 337 464 |
| **Total** | **1 499 435** |

**Cuadro 8.16** Degradación de suelos: superficie afectada por procesos, según niveles de degradación (SEMARNAT, 2002).

| Procesos de degradación | Ligera (ha) | Moderada (ha) | Severa (ha) | Extrema (ha) | Total (ha) |
|---|---|---|---|---|---|
| Degradación física | 60 632.63 | 5 442.45 | 8 246.26 | 22 948.36 | 97 269.71 |
| Degradación química | 549 279.52 | 192 032.53 | 0.0 | 0.0 | 741 312.05 |
| Erosión hídrica | 208 411.17 | 119 915.76 | 9 138.03 | 0.0 | 337 469.96 |
| Erosión eólica | 207 539.33 | 115 651.10 | 0.0 | 0.0 | 323 190.43 |

**Cuadro 8.17** Principales tipos de vegetación y uso de suelo con degradación en México. SEMARNAT, 2002

| Tipos de vegetación y uso de suelo | Superficie degradada (ha) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| Agrícola, pecuaria y forestal | 30 518 743.32 | 35.60 |
| Bosque templado | 11 966 481.19 | 13.96 |
| Matorral xerófilo | 14 798 457.52 | 17.26 |

acciones como: 1) construcción y rehabilitación de presas de gaviones, 2) construcción de terrazas de zanja y bordo, 3) elaboración de estufas rurales y 4) obras de conservación de suelo y agua, beneficiando de manera directa a 19 374 personas y de forma indirecta a 406 820 habitantes (Figura 8.10).

De acuerdo al informe presentado en el 2006 por el entonces secretario Francisco Castillo (SMRN 2006), se llevaron a cabo acciones para el control de la erosión en 1 200 de terrenos forestales, donde se hicieron presas filtrantes, obras de almacenamiento de agua y manejo de escurrimientos.

Así mismo, Castillo (2006) informó sobre las acciones que se realizaron en relación a la conservación de suelos en las áreas naturales protegidas de Puebla, entre las que se encuentran: 1) mantenimiento a 300 has de plantaciones, 2) construcción de 323 kilómetros de terrazas de zanja y bordo para contribuir a la restauración de 323 de terrenos con problemas de erosión, 3) construcción de 132 obras para la retención de agua y control de azolves para la protección de terrenos con problemas de erosión en áreas naturales, 4) construcción de 250 estufas rurales y 5) rehabilitación de ocho kilómetros de caminos forestales.

## REFORESTACIÓN

*María Antonieta Isidro Vázquez*

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas. La huella de la deforestación, las quemas de monte, el sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el suelo fértil están a la vista en casi cualquier paisaje del país. Ante esta situación de tan graves consecuencias sobre la productividad del campo y la conservación de la biodiversidad, surge como una prioridad inaplazable el comenzar a desarrollar procedimientos para revertir este terrible deterioro de una manera inteligente. (Vázquez *et al.* 1999).

A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, es aún posible inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales (Figura 8.11).

Un recurso fundamental para lograr lo anterior lo constituyen las especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que tengan la capacidad de crecer en zonas profundamente alteradas y que, con el tiempo, permitan la recuperación del suelo y condiciones mínimas para el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa que aún sobrevive en algunos sitios (Vázquez *et al.* 1999).

La reforestación es una estrategia de conservación que propone recuperar en forma progresiva la cubierta vegetal perdida por diversas causas, principalmente incendios forestales, así como inducir prácticas de manejo que protejan, conserven y mejoren los recursos forestales; además, promover una mayor conciencia y cultura ecológica en toda la población, en particular entre poseedores de bosques y selvas (Contreras *et. al.* 2006).

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en el 2006 dio a conocer la superficie reforestada para los diferentes estados de la República Mexicana y de acuerdo a los datos obtenidos para Puebla en el período 1993-2006 se reforestaron 102 598 ha en la entidad (Cuadro 8.18).

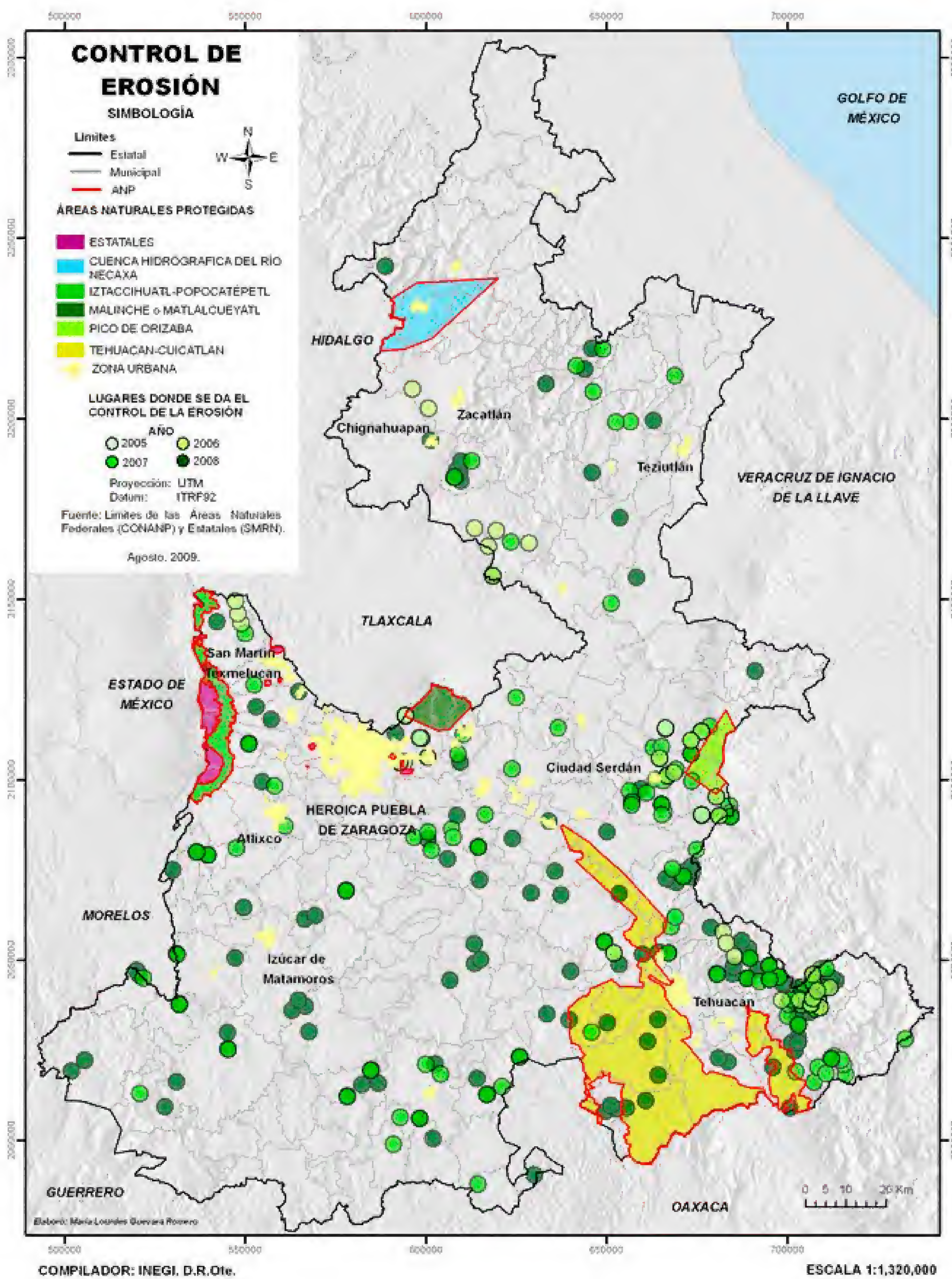



**Figura 8.10** Control de erosión (INEGI-SMRN, 2009)

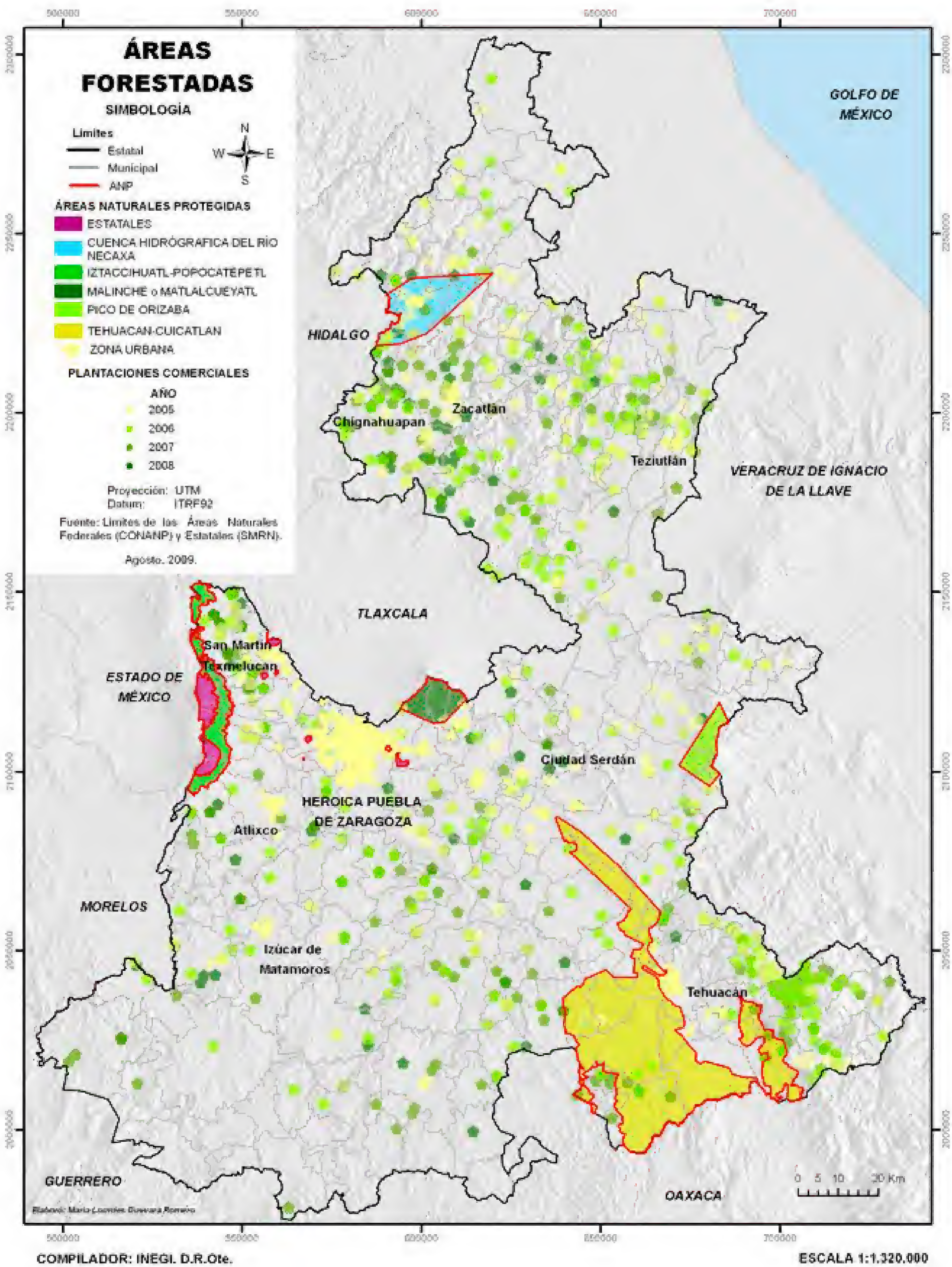



**Figura 8.11** Áreas de reforestación en el estado de Puebla. (INEGI-SMRN, 2009)

**Cuadro 8.18** Estadísticas de la superficie reforestada para el estado de Puebla (SMRN, 2006).

| Año | Número de hectáreas |
|---|---|
| 1993 | 575 |
| 1994 | 1 049 |
| 1995 | 1 289 |
| 1996 | 3 420 |
| 1997 | 4 169 |
| 1998 | 10 767 |
| 1999 | 11 413 |
| 2000 | 7 496 |
| 2001 | 7 996 |
| 2002 | 24 971 |
| 2003 | 11 667 |
| 2004 | 8 209 |
| 2005 | 9 577 |
| 2006 | 0 |

La superficie de plantaciones forestales comerciales que se estableció para el estado de Puebla en el período 1996-2000 fue de 6 880 ha (SMRN 2006), en tanto que las principales especies utilizadas para este fin, en el período del 2000 al 2004, fueron pino (*Pinus* spp.), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*) y cedro rosado (*Acrocarpus frainifolius*) (Cuadro 8.19). Con estas especies se reforestaron 13 500 ha (SMRN 2005) (Figura 8.12).

Los productos que se obtuvieron de estas plantaciones fueron, principalmente, árboles de navidad, de ornato, madera de aserrío, postes, leña y carbón (SMRN 2005).

El número de plantas producidas para realizar actividades de reforestación, de acuerdo a la SMRN para el 2006, fue de 118 191 868 plantas (Cuadro 8.20) en tanto que en el programa de reforestación urbana y rural (SEMARNAT 2005) se reportaron de 1993 al 2004 un total de 124 677 776 árboles sembrados (Cuadro 8.21).

En el año 2005 se aplicó el Programa de Restauración de Terrenos Forestales para el estado de Puebla (SMRN 2005), llevándose a cabo actividades de reforestación en 106 municipios de la entidad, con una producción de 8 689 032 plantas, para reforestar 8 482 ha.

Cabe mencionar que dentro del ciclo 2005-2006 dentro del Programa de Restauración Forestal (SMRN, 2005-2006) se produjeron 16 544 814 plantas. (Cuadro 8.22).

A través del programa de Restauración de Terrenos Forestales (SMRN 2006) se llevaron a cabo acciones de reforestación en 44 municipios del estado. Se produjeron 16 633 889 plantas para reforestar 15 040.74 ha.

De acuerdo a la SMRN, en el ciclo 2006-2007 hubo una producción de 22 375 000 plantas en 23

**Cuadro 8.19** Principales árboles utilizados en las plantaciones forestales comerciales en Puebla.

| Entidad | Año | Superficie plantada (ha) | Pino (*Pinus* spp.) | Eucalipto (*Eucaliptus* sp.) | Cedro (*Cedrela odorata*) | Caoba (*Swietenia macrophylla*) | Teca (*Tectona grandis*) | Melina (*Gmelina arborea*) | Cedro rosado (*Acrocarpus frainifolius*) | Otras especies |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2700 | Si | No | No | No | No | No | Si | Si |
| | 2001 | 2 700 | Si | No | Si | Si | No | No | Si | Si |
| Puebla | 2002 | 2 700 | Si | No | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| | 2003 | 2 700 | Si | No | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| | 2004 | 2 700 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |

*Fuente: SEMARNAT, Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Producción y Productividad. México. Abril. 2005*

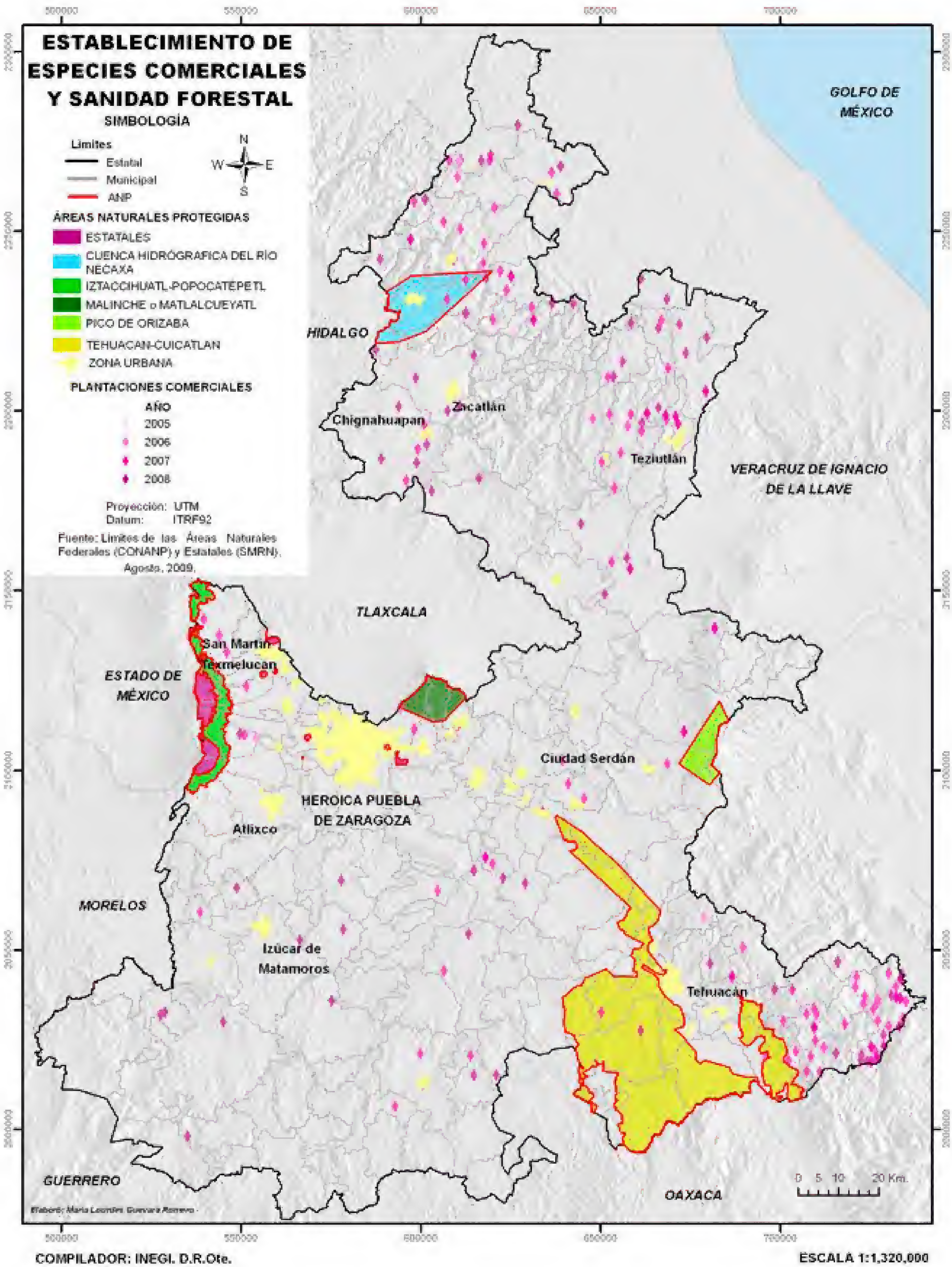



**Figura 8.12** Sitios de establecimiento de plantaciones forestales comerciales. (INEGI-SMRN, 2009)

**Cuadro 8.20** Producción de plantas para reforestación en el estado de Puebla (SMRN, 2006).

| Año | Producción (número de plantas) |
|---|---|
| 1993 | 7 973 378 |
| 1994 | 602 000 |
| 1995 | 3 001 923 |
| 1996 | 15 850 |
| 1997 | 5 394 598 |
| 1998 | 11 241 159 |
| 1999 | 11 792 314 |
| 2000 | 8 460 000 |
| 2001 | 9 000 000 |
| 2002 | 9 000 000 |
| 2003 | 15 811 230 |
| 2004 | 10 145 000 |
| 2005 | 9 920 260 |
| 2006 | 118 191 868 |

**Cuadro 8.21** Reforestación Urbana y Rural (SEMARNAT, 2005).

| Año | Urbana | Rural | Total |
|---|---|---|---|
| 1993 | 2 649 000 | 578 000 | 3 227 000 |
| 1994 | 4 333 980 | 764 820 | 5 098 800 |
| 1995 | 603 089 | 4 354 211 | 4 957 300 |
| 1996 | 1 599 195 | 8 374 514 | 9 973 709 |
| 1997 | 682 086 | 10 717 914 | 11 400 000 |
| 1998 | 1 398 714 | 12 117 451 | 13 516 165 |
| 1999 | 1 769 517 | 14 271 420 | 16 040 937 |
| 2000 | 1 358 861 | 9 261 053 | 10 619 914 |
| 2001 | 753 254 | 9 261 415 | 10 014 669 |
| 2002 | 856 689 | 18 337 756 | 19 194 445 |
| 2003 | 408 906 | 12 158 699 | 12 567 605 |
| 2004 | 214 686 | 7 852 546 | 8 067 232 |

**Cuadro 8.22** Producción de plantas en 25 viveros del estado de Puebla (SMRN 2005-2006).

| Nombre del vivero | Producción de planta | Inversión total |
|---|---|---|
| El Vergel | 500 000 | $ 501 607.00 |
| Cabrera | 367 804 | $ 368 986.00 |
| El Manantial Forestal | 600 000 | $ 601 929.00 |
| San Martín | 1 700 000 | $ 1 705 465.00 |
| San Rafael Ixtapalucan | 300 000 | $ 300 964.00 |
| La Ceiba | 200 000 | $ 200 643.00 |
| Xicotepec | 400 000 | $ 401 286.00 |
| Izúcar | 200 000 | $ 200 643.00 |
| Ejido Temaxcalapa | 1 000 000 | $ 1 003 215.00 |
| Las Presas | 1 000 010 | $ 1 003 225.00 |
| Libres | 283 000 | $ 283 910.00 |
| Santa Catarina | 362 000 | $ 363 164.00 |
| Xoyatlan | 400 000 | $ 401 286.00 |
| Cuautempan | 400 000 | $ 401 286.00 |
| Mazatepec | 200 000 | $ 200 643.00 |
| Atoluca | 350 000 | $ 351 125.00 |
| Xochitlán de Vicente Suárez | 300 000 | $ 300 964.00 |
| Esperanza del Mañana | 800 000 | $ 802 572.00 |
| Pueblo Nuevo | 2 315 000 | $ 2 322 442.00 |
| Ixtlahuaca | 2 067 000 | $ 2 073 645.00 |
| El Sotolín | 200 000 | $ 200 643.00 |
| Ajalpan | 300 000 | $ 300 964.00 |
| Coacoyunque | 1 000 000 | $ 1 003 215.00 |
| Rancho Cabras | 1 000 000 | $ 1 003 215.00 |
| Chichicapa | 300 000 | $ 300 964.00 |
| **Totales** | **16 544 814** | **$ 16 598 001.00** |

municipios de la entidad, donde de manera directa se benefició a 14 864 personas y de manera indirecta a 265 974. Se contó con una inversión federal y estatal de $ 21 800 000.00.

Entre otras acciones se realizó el mejoramiento, fomento y aumento en la producción de plantas para reforestar en 10 municipios de Puebla, lográndose en éste año una producción de 3 550 000 plantas, invirtiéndose en total $13 940 Los beneficiarios directos fueron 4 752 personas y de forma indirecta 81 931 habitantes de diferentes municipios.

Una acción más en este período fue el establecimiento de un laboratorio de germoplasma en el vivero de Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, con una inversión estatal de $500 000 donde se beneficiaron 170 personas y de manera indirecta 553.

Asi mismo, en el ciclo 2007-2008 la SMRN, a través del programa de Restauración en Terrenos Forestales, llevó a cabo acciones sobre ampliación de áreas de producción y germoplasma forestal. En el caso de la primera se produjeron 37 843 789 plantas, donde se invirtieron $ 69 354 000 los beneficiarios directos fueron 23 644 personas y los indirectos 352 135. Por el desarrollo de esta acción se vieron beneficiados 30 municipios, entre los que se encuentran: Xicotepec, Jalapa, Aquixtla, Ixtacamaxtitlán, Chignahuapan, Zacatlán, Tlatlauquitepec, Teziutlán, Xochitlán de Vicente Suárez, Cuetzalan del Progreso, Tlachichuca, Atzizintla, Lafragua, Chalchicomula de Sesma, Libres, San Sebastián Tlacotepec, Tehuacán, Ajalpan, Nicolás Bravo, Eloxochitlán, Vicente Guerrero, Zoquitlán, Atlixco, Chietla, Tecali de Herrera, San Martín Texmelucan, Tlahuapan, Amozoc de Mota, Palmar de Bravo y Coyotepec.

En cuanto a la acción de germoplasma forestal se trabajó en 12 municipios: Aquietla, Chignahuapan, Zacatlán, Tecali de Herrera, Tlatlauquitepec, Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán, Cuetzalan del Progreso, Coyotepec, Atzitzintla, Tlachichuca, Libres y Palmar de Bravo; el germoplasma se colectó en diferentes predios.

De acuerdo a la SMRN (2008), se realizaron plantaciones comerciales en 44 municipios del estado , entre los que se encuentran: Acatlán, Ahuatlán, Ayotoxco de Guerrero, Chalchicomula de Sesma, Chignahuapan, Coyomeapan, Cuayuca de Andrade, Cuetzalán del Progreso, Cuyoaco, Eloxochitlán, Francisco Z. Mena, Hermenegildo Galeana, Huehuetlán el Chico, Hueyapan, Hueytamalco, Huitziltepec, Ixtacamaxtitlán, Izúcar de Matamoros, Jalpan, Jonotla, Jopala, Molcaxac, Olintla, Pahuatlán, Pantepec, San Jerónimo Xayacatlán, San Nicolás de los Ranchos, San Sebastián, Tlacotepec, Tenampulco, Teopantlán, Tepeyahualco, Tlachichuca, Tlacuilotepec, Tlahuapan, Tlaola, Tlapanalá, Tlatlauquitepec, Tlaxco, Totoltepec de Guerrero, Venustiano Carranza, Xicotepec, Xicotlán, Xoxhitlán Todos Santos, Zacatlán, Zihuateutla y Zoquitlán.

Entre las especies cultivadas están las siguientes: pitaya, *Pinus ayacahuite, Pinus patula, Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Se invirtió una cantidad de $ 6 231 762.00.

Dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán también se han llevado a cabo acciones en pro de la reforestación, a través del financiamiento otorgado por PRODERS en el 2008, donde se aplicó un proyecto sobre propagación de plantas nativas y se cultivaron especies como maguey mezcalero y cycadas, produciéndose 30 000 plantas en San Luis Atolotitlán, municipio de Caltepec, donde se invirtieron $79 800.

## ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

*María Antonieta Isidro Vázquez y José Carlos Pizaña Soto*

Desde que el ser humano está en el planeta ha provocado una intensa transformación de la naturaleza en la búsqueda del sustento. Con el tiempo, los efectos antropogénicos en los procesos naturales han llegado a provocar alteraciones (Gobierno del Estado de Puebla 2008).

En un estado que tenga un crecimiento y desarrollo de acuerdo a las necesidades de la población, sin poner en peligro el medio ambiente y los recursos, se crea la necesidad de una ordenación del territorio, entendiéndose por éste: "Un conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su desarrollo socioeconómico y teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población, las potencialidades del territorio y la armonía con el medio ambiente".

El Ordenamiento Territorial tiene bases legales y técnicas y una visión del desarrollo sustentable, de tal manera que debe visualizar e incorporar la conservación de la biodiversidad y los otros recursos naturales como elementos del desarrollo en todos los sectores de la sociedad (económico, social, etc.).

Es por esto que en México, hasta el 2008, se habían decretado 48 ordenamientos ecológicos, entre los que se encuentran nueve ordenamientos estatales, 12 Municipales y 11 Regionales (Cuadro 8.23).

Actualmente, en el estado de Puebla se está trabajando en la elaboración de programas de ordenamiento ecológico territorial (POET), mismos que se han ido estableciendo en tres niveles: 1) regional, 2) municipal y 3) estatal.

1) Los POET Regionales incluyen Popocatépetl y Zona de Influencia, Centro-Poniente, Mixteca Poblana, Cuenca Necaxa-Laxaxalpan y la cuenca Tuxpan. El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Volcán Popocatépetl es el único que se ha decretado en el estado (Cuadro 8.24). A continuación se mencionan las características de los Programas de Ordenamiento Ecológico Regional:

## Programa de ordenamiento ecológico regional del Popocatépetl y zona de influencia, 2004

- Abarca 19 Municipios
- Superficie 2 206.61 km$^2$

**Cuadro 8.23** Ordenamientos Ecológicos decretados hasta el 2008 para la República Mexicana.

| 9 Estatales | 12 Municipales | 11 Regionales |
|---|---|---|
| Baja California | Mexicali, Baja California | Corredor Costero Tijuana Ensenada |
| Jalisco | Los Cabos, Baja California Sur | Zona Costera El Rosario, Sinaloa |
| Colima | Villa de Allende, Morelos | Valle Pachuca - Tizayuca, Hidalgo |
| Guanajuato | Huaxca, Hidalgo | Tula – Tepeji |
| Estado de México | Tepeji, Hidalgo | Cuenca del Rio Bobo, Veracruz |
| Tlaxcala | Candelaria, Chiapas | Sub Cuenca del Río Zanatenco, Oaxaca |
| Hidalgo | Benito Juárez, Yucatán | Cuenca del Río Coapa, Chiapas |
| Tabasco | Isla Mujeres, Yucatán | Cuencario Tepalcatepec |
| Yucatán | Coija, Jalisco | Volcán Popocatépetl |
| | Rosario, Sonora | Región Laja Bajío Guanajuato |
| | San Felipe, Sonora | Cuenca Baja del Coatzacoalcos |
| | Lázaro Cárdenas, Michoacán | |

**Cuadro 8.24** Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial Regionales del estado de Puebla, realizados a la fecha (SMRN, 2009)

| Regional | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ordenamiento** | **Estados** | **Municipios de Puebla** | **Área Total (km²)** | **Población de parte de Puebla** | **Problemática General** | **Etapa** |
| Centro Poniente | Puebla | Acajete, Amozoc, Calpan, Coronango, Cuautinchan, Cuautlancingo, Juan C. Bonilla, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Martín Texmelucan, San Matias Tlalancaleca, San Miguel Xoxtla, San Pedro Cholula, Tecali de Herrera, Tepatlaxco de Hidalgo, Tlaltenango | 1 806 | 2 157 564 | Evitar problemas urbanos y el deterioro de las condicines ambientales | En proceso, convenio firmado |
| Metropolitano | Puebla, Tlaxcala | Amozoc, Coronango, Juan C. Bonilla, Cuautlancingo, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Pedro Cholula, San Miguel Xoxtla | 1 377 | 1 897 302 | Evitar crecimiento desordenado | En proceso |
| Necaxa–Laxaxalapan | Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz | Ahuacatlán, Ahuazotepec, Amixtlan, Camocuautla, Cuatepec, Chinconcuautla, Chignahuapan, Hermenegildo Galeana, Huauchinango, Huehuetla, Hueytlapan, Ixtepec, Jopala, Juan Galindo, Naupan, Olintla, San Felipe Tapatlán, Tepango de Rodriguez, Tepetzintla, Tlaola, Tlapacoya, Xicotepec de Juárez, Zacatlán, Zapotitlán de Méndez, Zihuateutla, Zongozotla. | 2 519 | 354 214 | Protección de la producción de energía hidroeléctrica | En proceso |
| Popocatépetl | Puebla, Morelos, México | Acteopan, Atlixco, Atzizihuacan, Calpan, Chiautzingo, Cohuecan, Domingo Arenas, Huaquechula, huejotzingo, Nealtican, San Jerónimo Tecuanipan, San Nicolás de los Ranchos, San Salvador el Verde, Santa Isabel Cholula | 2831 | 374 559 | Riesgo volcánico | Decretado |
| Totonaca | Puebla | Acateno, Aquictla, Atempan, Ayotoxco de Guerrero, Caxhuacan, Chignautla, Cuetzalan del Progreso, Hueyapan, Hueytamalco, Huitzilan, Ixtacamaxtitlán, Jonotla, Nauzontla, San Esteban Cuautempan, Tenampulco, Tetela de Ocampo, Teteles de Ávila Camacho, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Tuzamapa de Galeana, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlan de Vicente Suárez, Yaonahuac, Zacapoaxtla, Zaragoza, Zautla, Zoquiapan | 3 695 | 534 747 | Riesgo a los pueblos indígenas | En proceso |
| Tuxpan | Hidalgo, Puebla, Veracruz | Francisco Z. Mena, Jalpan, Pahuatlán, Pantepec, Tlacuilotepec, Tlacxo, Venustiano Carranza, Honey | 13 022 | 119 816 | Prevenir los riesgos por causas geológicas disminuir el impacto por el sector energético | En proceso, convenio firmado |

- Representa al 6.51 % del estado
- Población 388 704 habitantes que representa el 7.22 %
- Este POET fue declarado en el 2005 e ingresado en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio.
- En el año 2004 fue terminado el Estudio POE de la Región del Popocatépetl por la BUAP

## Programa de ordenamiento ecológico regional Centro-Poniente, 2007

- Abarca 17 Municipios
- Superficie, 1 771.97 km$^2$
- Representa el 5.22 % del estado
- Beneficia a 2 144 245 habitantes, es decir, el 39.83 % de la población estatal.
- Ordenamiento Ecológico Regional
- Superficie estatal cubierta, 11.73 %

Todas las poblaciones son con base en el Censo 2005. El estudio fue realizado por la BUAP (CUPREDER). En 2005 y 2006 no hubo presupuesto a aplicar.

## Programa de ordenamiento ecológico regional de la mixteca poblana, 2008

- Abarca 45 Municipios
- Superficie, 8 849 km$^2$, que representa el 26 % de la superficie estatal.
- Beneficia a 240 934 habitantes que representan el 4.48 % del total del estado.
- Artículos 5, fracc. V, y 22 de la Ley de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado
- Estudio terminado en este año
- Ordenamiento Ecológico Regional
- Superficie estatal cubierta, 37.82 %

Estudio realizado por el Colegio de Puebla.

## Programa de ordenamiento ecológico regional cuenca Necaxa-Laxaxalpan, 2008

- 26 Municipios
- 22 de Sierra Norte (Juan Galindo, Xicotepec de Juárez, Zihuateutla, Chignahuapan, Ahuazotepec, Naupan, Huauchinango, Tlaola, Chiconcuautla, Zacatlán, Camocuautla, Tepango de Rodríguez, Coatepec, Olintla, Amixtlán, Ahuacatlán, San Felipe Tepatlán, Hermenegildo Galeana, Jopala, Tlapacoya, Tepetzintla y Zongozotla).
- 4 de Sierra Nororiental (Huehuetla, Ixtepec, Hueytlalpan y Zapotitlán de Méndez).
- Superficie 3 04 km$^2$, que representa el 8.97 % del total estatal.
- 471 971 habitantes, es decir, el 8.77 % de la población del estado.
- De acuerdo a los Artículos 5, fracciones XXII y XXIV, y 12 de la Ley de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado
- Ordenamiento Ecológico Regional
- Superficie estatal cubierta, 46.79 %

POET con recurso mixto en la caracterización (1a etapa de 4) y 100 % estatal en las tres restantes etapas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y Colegio de Puebla respectivamente.

## Programa de ordenamiento ecológico regional cuenca Tuxpan (caracterización), 2008

- 8 Municipios de Sierra Norte (Venustiano Carranza, Jalpan, Pantepec, Francisco Z. Mena, Tlacuilotepec, Chila Honey, Pahuatlán y Tlaxco.)
- Superficie, 1 677 km$^2$, es decir, el 4.95 % del estado.
- Beneficia a 119 816 habitantes que representa el 2.23 % del total estatal.
- De acuerdo a los Artículos 5 fracciones XXII y XXIV, y 12 de la Ley de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado.
- Ordenamiento Ecológico Regional
- Superficie estatal cubierta, 51.73 %

2) Dentro de los POET Regionales existen programas municipales que son los siguientes municipios (Figura 8.13).

## Programas de ordenamiento ecológico municipales, 2007

Tlahuapan.

- Superficie 298.51 km$^{2.}$

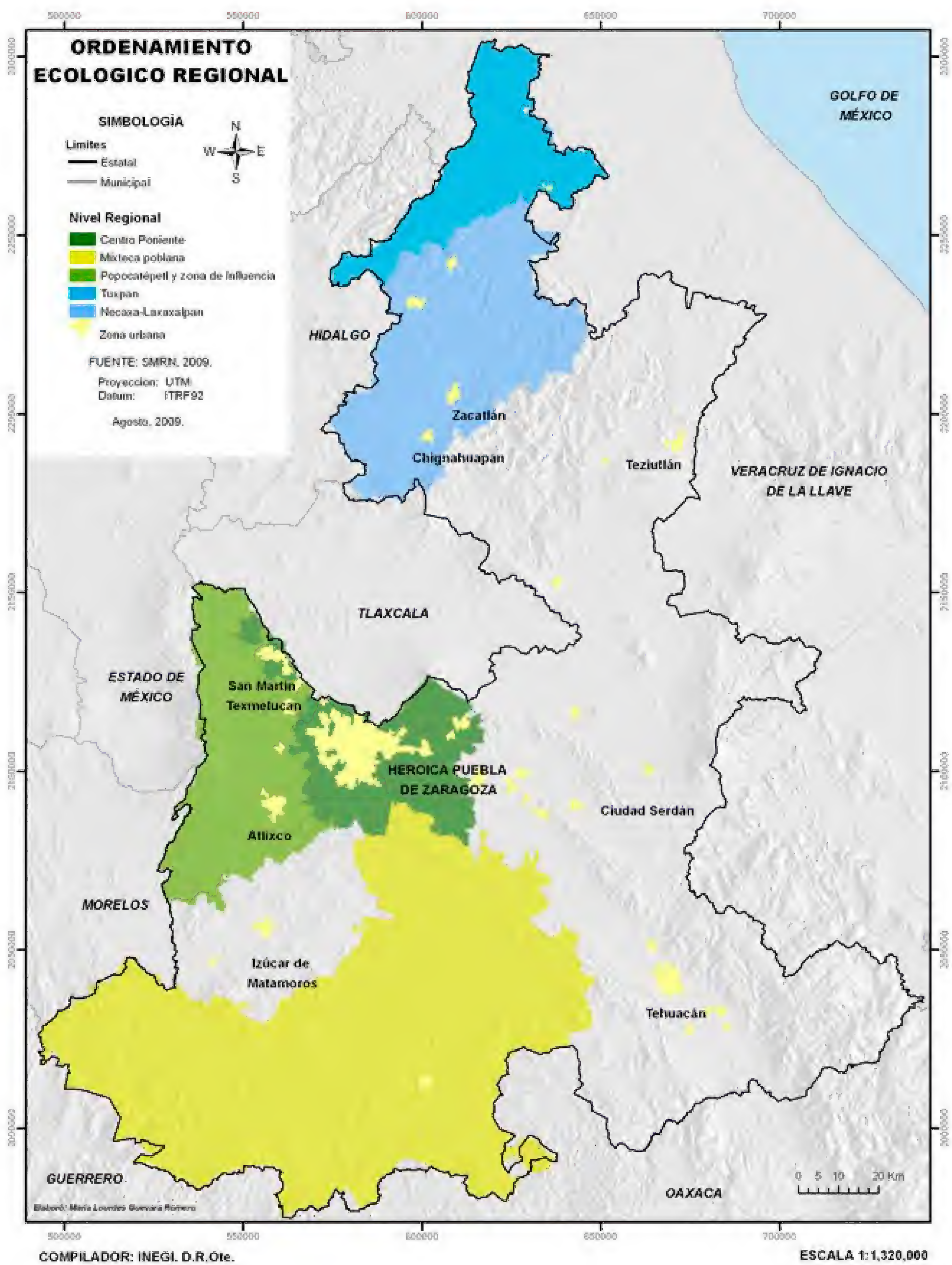



**Figura 8.13** Programas de ordenamientos ecológicos territoriales regionales de Puebla. (SMRN, 2009)

- Población 33 831 habitantes.
  Chiautzingo.
- Superficie 44.66 km$^{2.}$
- Población 17 167 habitantes.
  Cuautinchan.
- Superficie 136.50 km$^{2.}$
- Población 7 720 habitantes.
  Artículos 5 fracción V, y Artículo 12

Estos convenios ya fueron firmados, excepto el de Tlahuapan que está pendiente. Se contó con recurso estatal (excepto Cuautinchan) entre el CUPREDER y el municipio. Puebla también tiene su PMOET con recurso municipal (todos realizados por BUAP - CUPREDER).

## Programas de ordenamientos ecológico municipales en municipios de muy alta marginación, 2008

- Comprende 12 municipios en 3 Regiones Socioeconómicas:
- Valle de Serdán: Chichiquila, Chilchotla y Quimixtlán.
- Valle de Atlixco: Acteopan, Teopantlán y Tepemaxalco.
- Tehuacán y Sierra Negra: Coyomeapan, Eloxochitlán, San Antonio Cañada, (S. Sebastián) Tlacotepec de Díaz, Vicente Guerrero y Zoquitlán.
- Superficie 1 805.10 km$^{2.}$
- 149 579 habitantes.

12 PMOET fueron terminados en este año. Estos estudios fueron realizados por el Colegio de Postgraduados.

## Programas de ordenamientos ecológico municipales en cuatro municipios de muy alta marginación – nororiental, 2008

- 4 Municipios: Atlequizayan, Huitzilan de Serdán, Xochitlán de Vicente Suárez y Zoquiapan
- Superficie 141.62 km$^2$
- 29 140 habitantes
- 4 PMOET 2008 - 2009. Estudio realizado por el Colegio de Puebla.

## Programa de ordenamiento ecológico municipal de Venustiano Carranza, 2008

- Superficie 308.71 km$^2$
- Beneficia a 26 465 habitantes
  PMOET terminado en este año. Estudio realizado por el Colegio de Puebla.

## Programas de ordenamientos ecológico municipales en cinco municipios con localidades de alta marginación al norte del estado

- 5 Municipios: Ahuacatlán, Chiconcuautla, Jopala, Tlaola y Tepetzintla
- Superficie 609.31 km$^2$
- 67 530 habitantes
  Estos estudios están planificados para 2009.

3) En el 2004 se dio inicio al POET estatal, mismo que se piensa concluir en el 2009 (Figura 8.14).

## Programa de ordenamiento ecológico territorial del estado de Puebla, 2008

- Comprende 217 Municipios
- Superficie, 33 919.43 km$^2$
- 5 millones 383 mil 133 habitantes
- En el país 11 estados cuentan con Ordenamiento Ecológico Estatal; para este año Puebla se sumará a los estados que cuentan con Ordenamiento Ecológico de su territorio; hasta el 2008 contó con un avance del 55 %.

De acuerdo a la superficie que abarca el estado, representa 1.7 % del espacio total del país y se sitúa en el vigésimo primer lugar en cuanto a extensión.

Para esta entidad federativa, gran parte de su desarrollo se encuentra situado en el altiplano central. Se distingue por su variada geografía y orografía, cuenta con 217 municipios y una población que ha ido aumentando en los últimos años en gran medida, contando con la misma extensión territorial y los mismos recursos naturales, por lo que fue necesario iniciar una propuesta de Planificación Territorial.

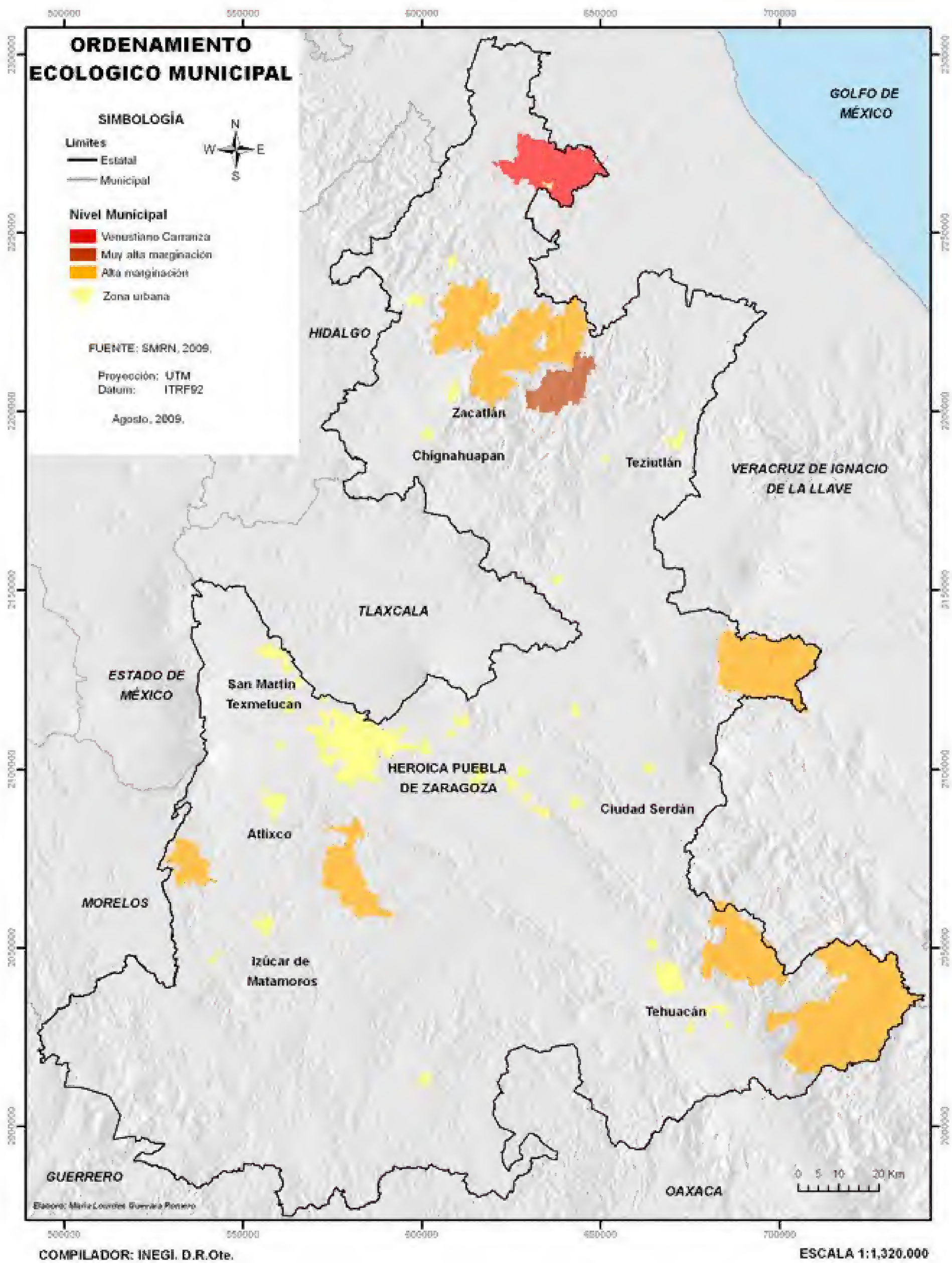



**Figura 8.14** Ordenamientos Ecológicos Municipales realizados hasta 2008 en el Estado de Puebla. (SMRN, 2009)

El PEOT se vincula con los tres sectores que interactúan con la población: natural, económico y social.

Este programa surgió a iniciativa de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría General del Consejo Nacional de Población(SG-CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), con el fin de diseñar y promover una propuesta interinstitucional de ordenamiento territorial como instrumento para el proceso de desarrollo integral y sustentable en función de un equilibrio inducido entre los recursos naturales, las actividades productivas, las condiciones ambientales y los asentamientos humanos.

En este sentido, el objetivo interinstitucional se orienta a apoyar a las autoridades estatales (Secretaría de Finanzas y Administración (SFA), Instituto de Catastro del estado de Puebla (ICEP), Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), Consejo Estatal de Población (COESPO), SEMARNAT y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SEDURBEOP) para que desarrollen el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT), mismo que se inició en octubre del 2002 y se concibió como una estrategia de desarrollo socioeconómico que, mediante la adecuada articulación funcional y espacial de las políticas sectoriales, buscó promover patrones sustentables de ocupación y aprovechamiento del territorio.

Para tal fin se diseñaron tres objetivos fundamentales:

1. Prevenir, controlar, corregir y, en su caso, revertir los desequilibrios que se observan en el desarrollo del país.
2. Consolidar aquellas formas de ocupación y aprovechamiento compatibles con las características del territorio.
3. Propiciar patrones de distribución de la población y de las actividades productivas, consistentes con la habitabilidad y potencialidad del territorio.

Estos objetivos buscan la planeación adecuada del uso de la tierra, la distribución espacial equilibrada de los proyectos de inversión, la eficiente organización funcional del territorio y la promoción de actividades productivas, así como los mecanismos eficientes para la provisión de servicios, tanto para contribuir efectivamente al mejoramiento constante de la calidad de vida de la población, como para asegurar la integridad y funcionalidad de los ecosistemas a mediano y largo plazo.

En el proceso de elaboración del PEOT, el gobierno de la entidad desarrolló actividades específicas, agrupadas en las cuatro fases de trabajo: I. Caracterización y análisis de la ocupación del territorio II. Diagnóstico del sistema territorial III. Integración del diagnóstico y prospectiva de ocupación IV. Propuesta de modelo de ocupación.

El estado de Puebla, como se mencionó anteriormente, está conformado por 217 municipios, en los que encontramos gran variedad de paisajes y ecosistemas, debido en gran parte a la fisiografía del territorio y es por esta situación que el presente estudio se basa en las Subprovincias Fisiográficas para un análisis regional; por ello, son 9 regiones de estudio las que integran el análisis de diagnóstico (Figura 8.15) y son las siguientes: 1) Carso Huasteco, 2) Llanuras y Lomeríos, 3) Chiconquiaco, 4) Lagos y Volcanes de Anáhuac, 5) Sierras Centrales de Oaxaca, 6) Sierras Orientales, 7) Sierras y Valles Guerrerenses, 8) Cordillera Costera del Sur y 9) Sur de Puebla.

Para cada subprovincia se tomaron en cuenta los diferentes parámetros para el desarrollo del diagnóstico: 1) Erosión Hídrica, 2) Erosión Eólica, 3) Capacidad Agrológica, 4) Capacidad Pecuaria, 5) Capacidad Urbana, 6) Fragilidad Natural, 7) Calidad Ecológica, 8) Cambios de Uso del Suelo y 9) Peligros Naturales (Anexo III).

## ACCIONES ESPECIFICAS DE PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

*José Carlos Pizaña Soto, Cecilia Leticia Hernández Hernández*

A pesar de que en el estado de Puebla se encuentran áreas protegidas federales y estatales es necesario proteger otros tipos de ecosistemas que no se encuentran en las ANPS, por lo que se realizó un taller con expertos de algunas instituciones del estado (SMRN, SDR, BUAP, COLPOS) para proponer sitios que no se encuentran en una protección declarada pero que son susceptibles de conservación con la tendencia a formar una red estatal de áreas protegidas.

Se mostró el mapa de uso de suelo y vegetación del estado (Figura 8.16) lo que sirvió para corroborar los sitios a proponer como áreas protegidas, así

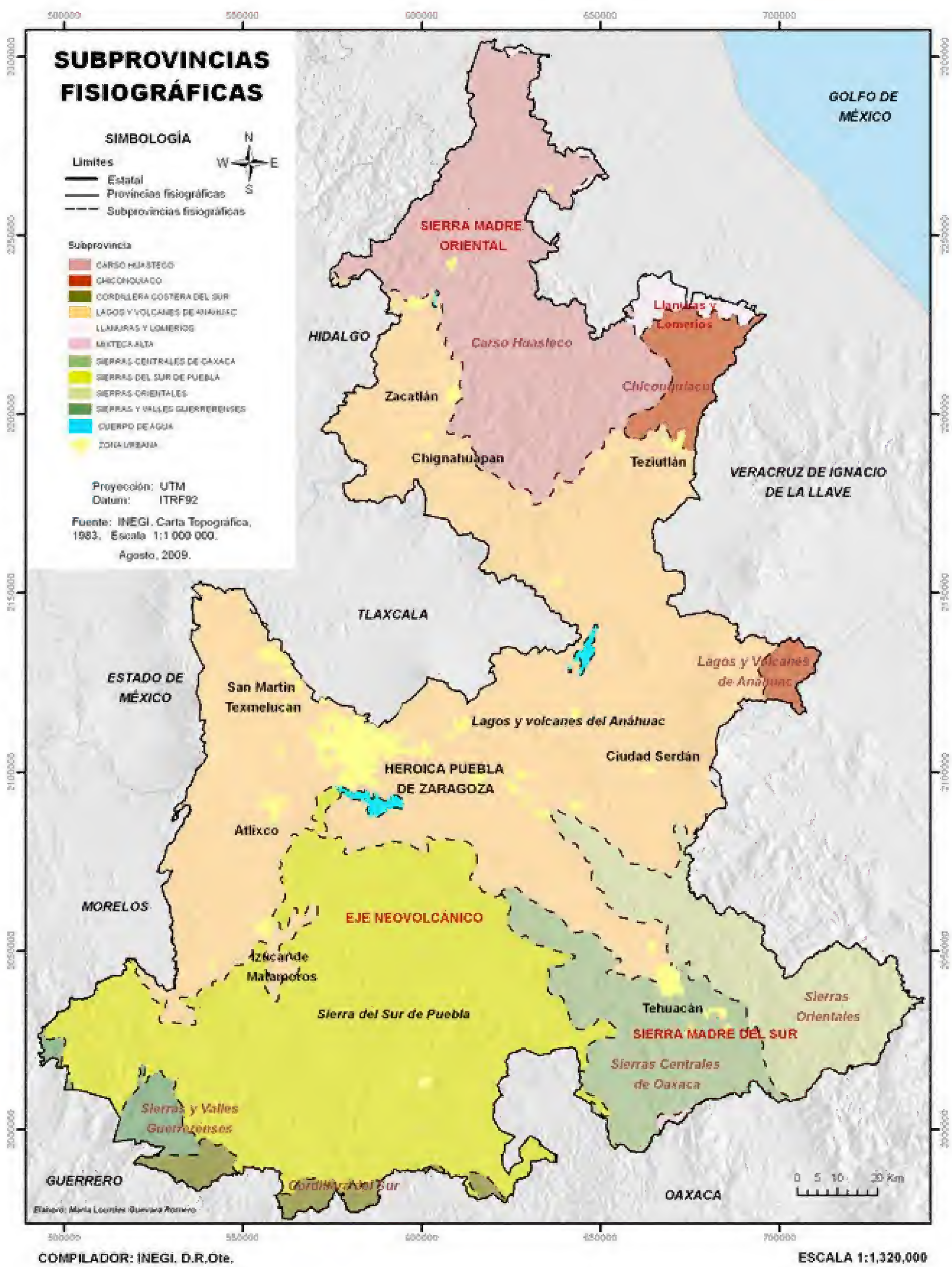



**Figura 8.15** Subprovincias fisiográficas del estado de Puebla. (SMRN, 2009)

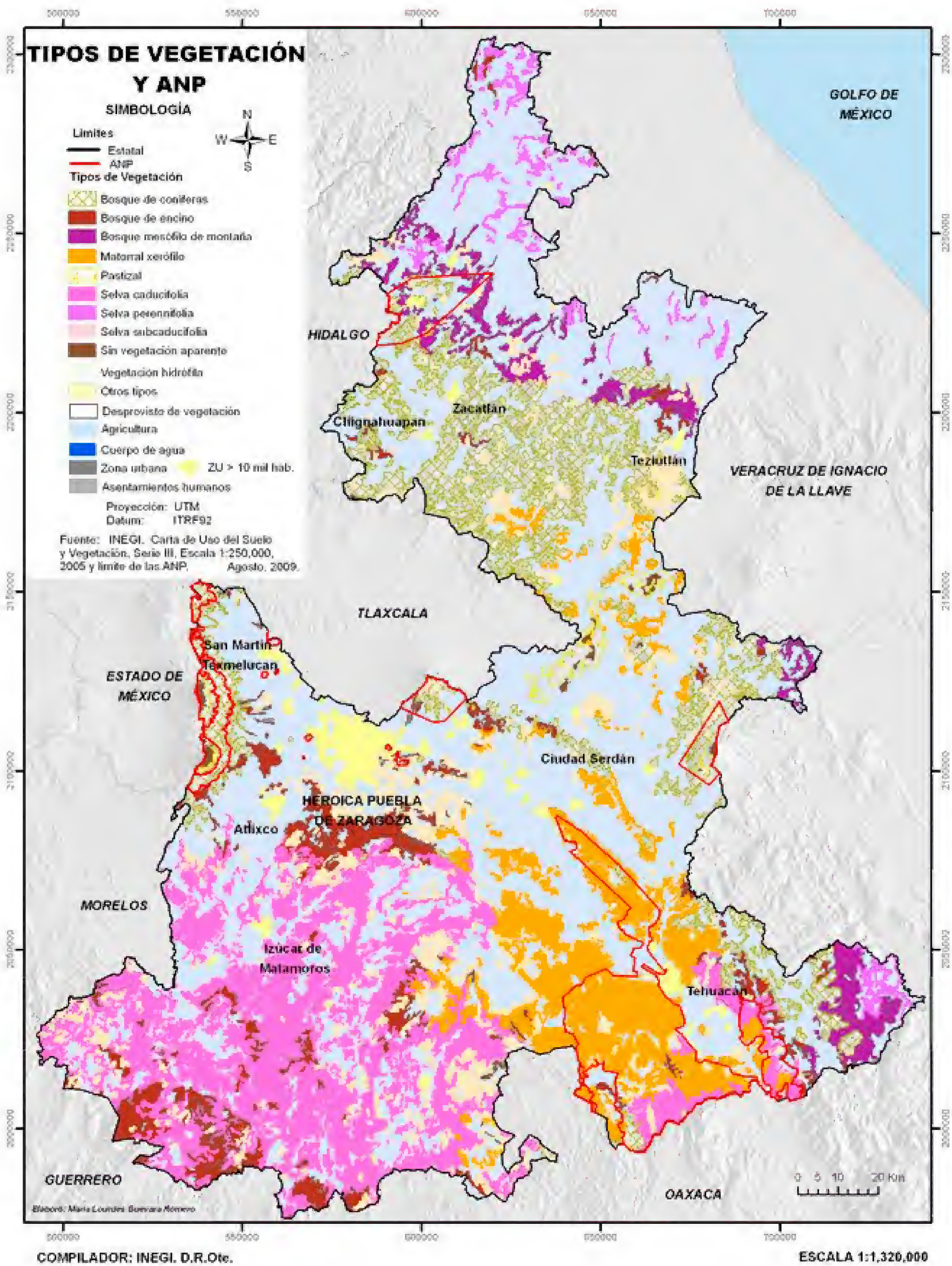



**Figura 8.16** Uso de suelo y vegetación en el estado de Puebla. (INEGI, 2009)

como el mapa de servicios ambientales promovidos en la SMRN para verificar coincidencias en los usos del suelo, así como de las áreas protegidas existentes (Figura 8.17).

Después de verificar la cartografía, se procedió a proponer áreas susceptibles para conservación, que pueden ser promovidas en un futuro cercano.

En el cuadro 8.25 se enlistan las áreas susceptibles para conservación en el estado.

De acuerdo a la información obtenida en el taller de expertos, se han detectado áreas a lo largo del estado que pueden ser zonas importantes para la conservación del ecosistema y de especies que no se encuentran representadas en las ANPs, tanto estatales como federales. Es necesario fomentar la certificación de estos sitios para conservación, con las comunidades que poseen la tierra, lo que resulta un trabajo a futuro para las instituciones correspondientes, con muchas expectativas positivas.

Después de analizar las áreas protegidas que se encuentran en el estado, es patente la falta de recursos necesarios para tener un manejo óptimo de ellas, así como del personal, que es una debilidad dentro del sistema de ANPs en toda la república mexicana; sin embargo, si se suman esfuerzos es posible. Aunado a esto, existen los diferentes instrumentos que de manera indirecta funcionan de protección y que se han mencionado a lo largo de este capítulo, ya sea de manera *in situ* o *ex situ*, a favor de las especies que son sensibles y pueden ser reintroducidas en su hábitat natural con las debidas acciones.

Una fortaleza con la que se cuenta es la presencia de la SSAOT, dependencia encargada del cuidado del medio ambiente a nivel estatal, así como otras a nivel federal como la CONANP, lo que permitirá hacer las gestiones con las localidades para que se fomente el cuidado de los ecosistemas y así ir fortaleciendo este sistemas de áreas que es fundamental para la conservación de especies de flora y fauna que son tan importantes y representativas en el estado debido a su ubicación dentro del territorio mexicano.

La presencia de jardines botánicos y bancos de germoplasma favorecerán la implementación de estrategias para fortalecer aquellas zonas donde se encuentren especies que sean de relevancia para la conservación; esta labor se suma a la de las instituciones académicas de investigación que con su generación de conocimientos, de manera interdisciplinaria, ayudan a la protección de los ecosistemas.

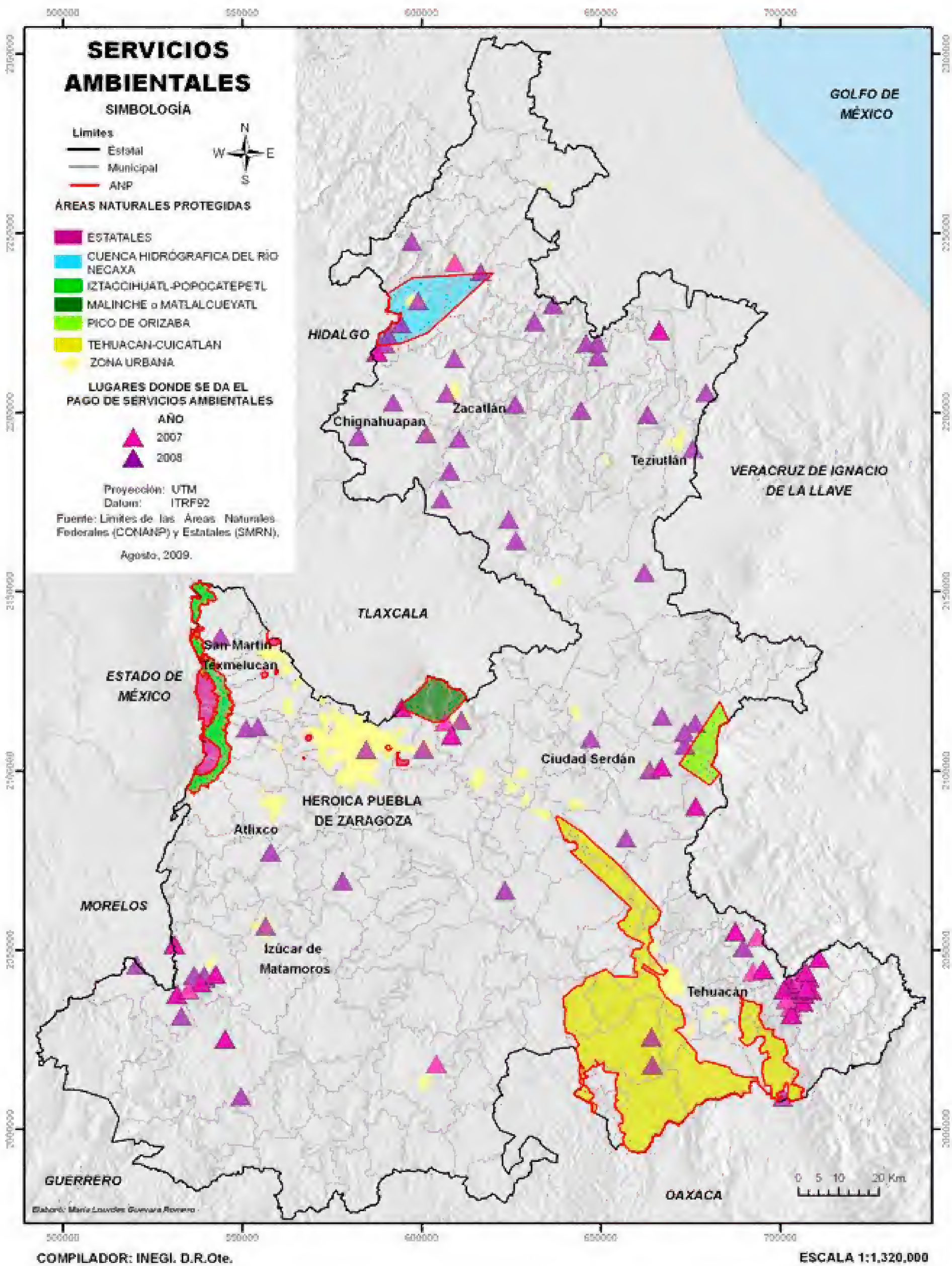



**Figura 8.17** Servicios ambientales en el estado de Puebla promovidos por la SMRN. (INEGI, 2009)

**Cuadro 8.25** Áreas propuestas para conservar en el estado de Puebla

| Ecosistema | Región fisiográfica | ANP | Sitio propuesto/ paraje | Ecosistema | Especies relevantes | Tipo de área para conservación | Municipio | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bosque templado | Valle de Serdán, Angelópolis, Valle de Atlixco y Matamoros | Pico de Orizaba, Izta-Popo, Malinche | Cerro del Peñón en Chignahuapan en Chinahutla | | | | Tetela de Ocampo | Chinahutla como corredor biológico |
| Coniferas | Valle de Serdán | | Cerro Zoyaltepec | | | | Zoyaltepec | Sierra por carretera al seco |
| Coniferas | Valle de Serdán, Angelópolis | Pico de Orizaba, Izta - Popo, Malinche | | | | | | |
| Encinares | Angelópolis | | La Calera | | | Municipal | Puebla | Hay 52 hectáreas con propiedad del ayuntamiento de Puebla |
| Encinares | Mixteca | | | | | | Chila de la sal | |
| Encinares | Valle de Serdán, Angelópolis, Valle de Atlixco y Matamoros | Pico de Orizaba, Izta - Popo, Malinche | | | | | | |
| Mesófilo de montaña | Tehuacán - Sierra Negra | | Cerro en Sierra Negra | | | | Coyomeapan | Zona entre Alcomunga-Ajalpan y Zoquitlan con una altura de más o menos 3000 msnm |

| Ecosistema | Región fisiográfica | ANP | Sitio propuesto/ paraje | Ecosistema | Especies relevantes | Tipo de área para conservación | Municipio | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mesófilo de montaña | Sierra norte | | | | | | Zacatlán | |
| Bosque tropical húmedo | | | | | | | | |
| Selva perennifolia | Sierra nororiental | | Peñón de Jonotla | | | | | Región a decretar como área protegida municipal |
| Selva subperennifolia | | | | | | | | |
| Bosque tropical seco | | | | | | | | |
| Selva baja caducifolia | Mixteca | | | | | UMAs | Chiautla de Tapia | |
| Matorral xerofito | Valle de Serdán | | Cerro Zoyaltepec | | Izotales, agaves, palmares | Municipal | Zoltepec | La vegetación es rosetófilo con izotes, agaves, palmar |
| Matorral xerofito | Tehuacán Sierra Negra | Tehuacán Cuicatlán | | | | | | |
| Matorral xerofito | | | Cerro Colorado | | | | | |
| Crasicaule | | | | | | | | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 8.25*

| Ecosistema | Región fisiográfica | ANP | Sitio propuesto/ paraje | Ecosistema | Especies relevantes | Tipo de área para conservación | Municipio | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rosetofilo | | | | | | | | |
| Malpais | | | | | | | | |
| Pastizal | | | | | | | | |
| Acuatico subacuatico | | | | | | | | |
| Bosque de galerias - sabinales | | | | | | | | |
| Vegetación hidrófilo | Valle de Serdán | | Hay 6 lagunas: Alchichica, Aljojuca, Quechulac, San Luis Atexcac, San Miguel Tecuitlapa en área pantanosa | | | | | Atexcac: hay peces muy raros por haber azufre en el agua y con temperatura alta; laguna de Quechulac tiene infraestructura de turismo |
| Vegetación hidrófilo | Valle de Serdán | | Hay una ciénega | Acuático | Pato silvestre | Puede fungir como un área de humedal - RAMSAR | Tepeyahualco, oriental | Cerca de 5 a 10 mil ha; antes era una salina en el edo. de Tlaxcala; actualmente es zona de pastoreo extensivo de chivos |
| Presa construida | Valle de Atlixco y Matamoros<br>Angelópolis<br>Sierra norte | | <br>Laguna Chapulco<br>Lagunas naturales | <br>Acuático<br>Acuático | <br>*Barisia imbricata* | <br>Municipal | Epatlán<br>Puebla<br>Chignahuapan | |

## LITERATURA CITADA


Antonio López, P. 2009. Comunicación personal.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 1ª Edición. 609 pp.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Becerra, M. A. 1998. Conservación de Suelos y Desarrollo Sustentable, ¿Utopía o posibilidad en México? .TERRA. V.16 (2): 7.

Castillo, M. F. 2006. Informe 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN) 2005-2011. Puebla. 23 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección del Parque Pico de Orizaba, 2009

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección del Parque Nacional Izta-Popo, 2009

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca hidrográfica del río Necaxa SEMARNAT. 2002.

Contreras, M. T., *et. al.* 2006. La Diversidad Biológica en Morelos. Estudio del Estado. CONABIO. Universidad Autónoma de Morelos. 1ª. Edición. México, D. F. 156 pp.

Coro-Arizmendi y Márquez-Valdelamar, Ma. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. 400 pp.

Diario Oficial de la Federación. 1998. Decreto de la Reserva de la Biosfera de Tehuacan-Cuicatlán. 18 de Septiembre.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Decreto de recategorización del área de protección de recursos naturales Cuenca hidrográfica del río Necaxa. 9 de Septiembre.

Estrategia Forestal 2025, Informe Final Versión 2.1 del 18 de agosto de 2001.

Gobierno del Estado de Puebla, SMRN 2008.

INEGI. Tabulados básicos. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Instituto Nacional de Estadistica, Geografia e Informatica, 2009

Lal, R. 1999. Soil quality and soil erosion. En: Castelán, R. *et. al.* Participación Campesina para el Manejo de los Suelos de la Subcuenca del Río San Marcos, Puebla. 5 pp.

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla. http://www.congresopuebla.gob.mx/

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente. 5 de julio 2007.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. 6 de marzo de 2002.

Programa Nacional Áreas Naturales Protegidas CONANP 2007 – 2012.

Smith Jr., C.E. 1965. Flora of Tehuacan Valley. Fieldiana Botany 31:101-143.

SMRN (Secretaria de Medio Ambiente; Gobierno del estado de Puebla). 2005. Control de erosión. Base de datos.

SMRN (Secretaria de Medio Ambiente; Gobierno del estado de Puebla). 2006. Control de erosión. Base de datos.

SMRN (Secretaria de Medio Ambiente; Gobierno del estado de Puebla). 2007. Control de erosión. Base de datos.

SMRN (Secretaria de Medio Ambiente; Gobierno del estado de Puebla). 2008. Erosión de los municipios de Puebla.

SMRN (Secretaria de Medio Ambiente; Gobierno del estado de Puebla). 2009. Áreas naturales protegidas estatales. Base de datos.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F., México. 432 pp.

Vázquez Y., C., A.I. Bátis M., M.I. Alcocer S., M. Gual D. y C. Sánchez D. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Instituto de Ecología. UNAM. CONABIO. México, D.F. 311 p.

Vargas Márquez, F. 2002. Áreas naturales protegidas con decreto estatal en México. Instituto Nacional de Ecología.

Vergara, M. A., Etchevers-Barra, J. y Padilla-Cuevas, J. 2004. Indicadores de Calidad del Suelo en Laderas de la Sierra Norte. En: Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. World Wildlife Fund. pp. 585-605.

Villaseñor, *et al.* 1990. Biogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México (50): 135-149.

http://www.conanp.gob.mx/q_anp.html

http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/360/pue.htmlg

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

http://www.oem.com.mx/elsoldepuebla/notas/n585722.htm)

http://www.jardinetnobotanico.org/Jardin-Etnobotanico-Educaciandoacute;n-pg-14.htm

http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/aleph-zero/archivo/historico/az12/ramos.htm.

http://www.buap.mx/sitiosb/herbario/

http://es.wikipedia.org/wiki/Jard%C3%ADn_Bot%C3%A1nico_Ignacio_Rodr%C3%ADguez_Alconedo,_BUAP

http://www.africamsafari.com.mx/conservacion.php

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tmapa.html

http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html

http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/aleph-zero/archivo/historico/az12/ramos.htm

http://www.puebla.gob.mx/puebla/medAmbNoticia.jsp?id=17821

CAPÍTULO

# 9

Jardín botánico Helia Bravo Hollis, que se localiza en Zapotitlán de las Salinas, (Km 26 de la carretera federal Tehuacán-Huajuapan). Entre las actividades del Jardín se ofrecen al visitante recorridos guiados que permiten conocer la riqueza biológica de la zona. Foto: Stacey Weller.

CAPÍTULO 9

# EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL

*COORDINADORES:*
*Antonio Fernández Crispín*
*y Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez*

## INTRODUCCIÓN

*Diego Cervantes García, Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez*

Al igual que en muchas partes de México, en el estado de Puebla cada día son más los convencidos de la necesidad e importancia de sensibilizar, informar, formar y capacitar a la población a través de la educación ambiental. La perseverancia y constancia del trabajo de los educadores ambientales, sin importar su ámbito de acción, ha logrado influir en la construcción de políticas que orientan los planes, programas y acciones de gobierno en materia de educación ambiental; de esta manera, actualmente se cuenta con elementos que dan cuenta de la consolidación de políticas públicas en materia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad que van desde el plano internacional hasta el municipal, entre las que destacan: el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable (2005-2014), que se refleja en el Compromiso Nacional por la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable; la Estrategia Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México y el Plan Estatal de Educación Ambiental del Estado de Puebla.

El trabajo de los educadores ambientales del Estado ha permeado, en diferente grado, a varios grupos de la población, contribuyendo en la formación de una nueva cultura ambiental.

Con el fin de ofrecer mayores elementos de análisis que permitieran proponer y desarrollar una estrategia que desde la educación ambiental fortalezca la tarea de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, se consideró necesario desarrollar el tema desde los siguientes ámbitos: educación ambiental formal, educación ambiental no formal y comunicación educativa, respondiendo a preguntas clave como ¿Qué se ha hecho?, ¿Qué se tiene? y ¿Qué se propone? Se espera que la respuesta a estas preguntas permita asumir responsabilidades, programar tareas, dar seguimiento y evaluar el impacto de las acciones en los diferentes niveles de gobierno, instituciones de educación superior, organizaciones de la sociedad civil, centros de recreación y cultura ambiental, institutos y colegios de profesionistas, a través de la Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Puebla.

## MARCO JURÍDICO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ESTADO DE PUEBLA

*Juan Alejandro Ruíz Meza, Diego Cervantes García, Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez*

El marco jurídico que promueve la formación de una cultura ambiental a través de la educación especializada en la sociedad, parte de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y permea diferentes leyes y reglamentos hasta concretarse en los planes, estrategias y programas institucionales y sociales.

La Ley de Educación del Estado de Puebla se refiere a la educación ambiental en los artículos 8, 53 y 55. Entre los objetivos relacionados con este tema se pueden mencionar los siguientes: promover en los programas educativos de los diversos niveles, tipos y modalidades de educación la incorporación de contenidos teórico-prácticos ecológicos y ambientales, acciones de conservación del medio ambiente, manejo racional de los recursos naturales y el desarrollo sustentable, que respondan fundamentalmente a las condiciones ambientales del estado, procurando la permanente instrucción y actualización del magisterio en estas materias.

La Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla establece que es competencia de la secretaría encargada de la protección del ambiente la conducción de la política estatal, dar información y difusión en materia ambiental y promover la participación de la sociedad. Según esta Ley, las autoridades e instituciones educativas deben interactuar con el fin de formar valores y actitudes mediante un proceso de aprendizaje en el que el individuo interactúe con la naturaleza.

A nivel municipal se puede citar el artículo 1 744, fracción II del Código Reglamentario del Municipio de Puebla (COREMUN).

No obstante, estas leyes no han sido suficientes para estandarizar, regular y normar tareas, acciones, proyectos y programas en este campo. Es evidente la necesidad de un instrumento normativo que llene los vacíos de la legislación estatal vigente en materia de educación y cultura ambiental. Con base en lo anterior, desde el 2006 se han realizado diversos esfuerzos para la conformación de un marco normativo específico en materia de educación ambiental a través de los foros de consulta pública para la conformación de la Ley Estatal de Educación Ambiental, sin lograr su concreción. Sin embargo, el planteamiento de crear un instrumento normativo permanece vigente.

## EDUCACIÓN FORMAL

*Antonio Fernández Crispín, Norma A. Hernández-C, Karina Luna Tenorio, Verónica Ruiz Pérez, Marisela de Niz Robles, Yadira Hernández Corona, David Lara González, Erik Joaquín Torres Romero, Julio Cesar Gallardo Vásquez, José Edmundo Rivera Herrera*

### La construcción de una cultura ambiental mediante la educación formal en Puebla

Desde 1994, un equipo de investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, encabezados por Antonio Fernández Crispín y Javier Guevara Martínez, han evaluando la situación de la Educación Ambiental en el estado. A continuación se presenta una semblanza de los resultados más importantes de las investigaciones realizadas por este grupo de investigación:

Ruiz (2008), De Niz (2008) y Ruiz *et al.* (2009) estudiaron la representación del medio ambiente por estudiantes de preescolar. Para ello analizaron dibujos infantiles sobre temas específicos (la familia, la escuela, la localidad, la naturaleza y el agua) Ruiz *et al.* (2008) (Figura 9.1).

Los dibujos con el tema "la escuela" son primordialmente referentes a elementos construidos, decorativos y recreativos. Las personas y los animales quedan representados mínimamente. La percepción de la escuela por los niños se manifiesta de manera impersonal y alejada de su vida familiar. Son ambientes separados, unidos únicamente por elementos complementarios de la naturaleza, generalmente aquellos que se utilizan para enmarcar el dibujo y que definen lo que está arriba (cielo, nubes, sol y ocasionalmente arcoíris) y lo que está abajo (pasto, flores, caminos, tierra). El tema de "localidad" muestra dinamismo y una actividad humana constante en elementos construidos y de trabajo. También se muestra más lejanía y desinterés en el cuidado del entorno.

En los dibujos cuyo tema fue "el agua" se le observó como ajena al ambiente próximo del niño y preferentemente como un elemento de diversión, mientras que en el tema de "la naturaleza" se observó como algo que existe pero no cerca de ellos (Ruíz y Fernández-Crispín 2008).

Guevara y Fernández-Crispín (1994) realizaron en el municipio de Puebla un proyecto para evaluar el nivel de conocimientos y actitudes ambientales de los niños de primaria. En términos generales, en 1994 se encontró que el conocimiento ambiental de los niños era muy deficiente mientras que la actitud era ligeramente positiva. Sin embargo, había una actitud negativa en lo que se refiere a cuestiones más de fondo, como cuando se cuestiona el modelo de civilización prevaleciente (consumismo, preferencia de ambientes construidos y desprecio por las culturas indígenas) (Fernández-Crispín *et al.* 2005). En 2006 se realizó una réplica de esta investigación con el objetivo de comparar el grado de avance de los niños en los últimos años. Para 2006 se presenta un ligero avance en conocimientos (4.81 puntos en una escala de 0 a 10 contra 4.61 en 1994); no obstante, los niños siguen reprobados. En lo que se refiere a actitudes, se encontró un avance importante en lo que respecta a tomar acciones proambientales,

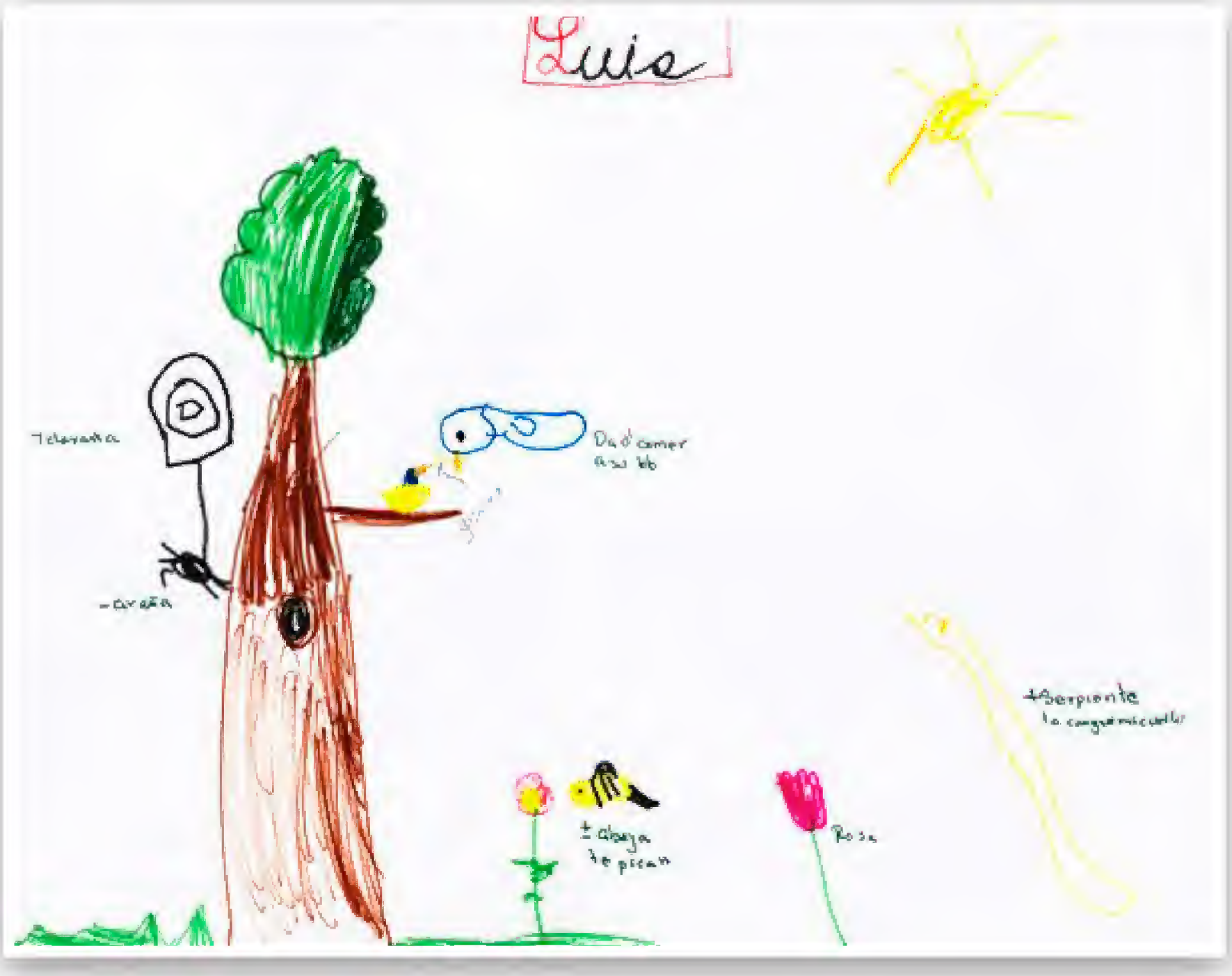



**Figura 9.1** Dibujo de la naturaleza de un alumno de preescolar

en la evaluación que hacen los niños de costos (ambientales) contra beneficio (personal) y en lo que se refiere al factor estatus-comodidad (Luna 2008; Fernández-Crispín *et al.* 2009).

La reflexión concluyente de esta investigación es que los educadores ambientales están formando una ciudadanía cargada de emociones pero carente de conocimientos ambientales. Por lo tanto, se recomienda a los educadores ambientales preocuparse más por el desarrollo del pensamiento crítico ambiental (Fernández-Crispín 2009).

Fernández-Crispín (2002) analiza las creencias de los maestros de primaria sobre el medio ambiente y la educación. Concluye que, en términos generales, tanto los niños como los maestros manifiestan una preocupación general por los problemas ambientales. Sin embargo, esta preocupación está fundamentada en muy poca información. Los maestros y los niños han construido un "lenguaje temático" sobre conceptos como el de *contaminación* y *deforestación*, que les permite hablar superficialmente del problema, sin cuestionarse la manera de ver, transformar e instalarse en el mundo. Su visión al respecto es básicamente moderna, en el sentido que plantea Latour (1997), de manera que conciben al factor humano separado de la naturaleza. Sin embargo, los maestros tienen algunos valores de la civilización mesoamericana positivos para establecer relaciones armónicas con el entorno (Fernández-Crispín *et al.* 2005).

A partir de estas conclusiones y apoyados en la propuesta de Pérez (1999), se planteó la hipótesis de que la cultura ambiental se construye alrededor de al menos cinco fuentes culturales: crítica, académica,

social, institucional y experiencial. Esta idea sirvió para proponer el modelo educativo que es la base del Plan Estatal de Educación Ambiental de Puebla (Fernández-Crispín *et al.* 2006). En este plan, la problemática ambiental se aborda desde estos cinco aspectos de la cultura.

Con objeto de conocer cuál es el proceso de construcción de los modelos de desarrollo y cómo se apropian de ellos los estudiantes universitarios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Lara (en proceso) encontró que la representación del modelo de desarrollo que tienen los alumnos pasa por tres etapas: en la primera se concibe al desarrollo como crecimiento cuantitativo, el cual es básicamente económico y tecnológico; lo importante es el individuo y predominan valores como el de la competencia. Otro aspecto fundamental de esta etapa es la concepción del hombre como algo separado de la naturaleza y una opción clara por el primero. En la segunda etapa se percibe que el modelo de civilización preponderante ha puesto en riesgo a la naturaleza; se sigue concibiendo al hombre separado de la naturaleza y se opta por el elemento que se considera débil, que generalmente es la naturaleza, además de que se trata de resolver los problemas en función de los elementos con que cuenta la modernidad (más ciencia y tecnología, leyes más rigurosas, más recursos económicos, incentivos fiscales, etc.). Finalmente, en un tercer estadio aparece la propuesta del desarrollo sustentable, en el que el ser humano ya no es un elemento ajeno a la naturaleza y se proponen cambios radicales en la estructura social.

Estas tres etapas están muy relacionadas con el nivel de desarrollo del juicio moral (Kohlberg 1998) de los estudiantes, de modo que para poder entender las propuestas de cada uno de estos modelos de desarrollo, deben poder pasar de un juicio moral preconvencional a uno convencional y finalmente a uno postconvencional (Lara y Fernández-Crispín 2007).

En términos generales no se observaron cambios importantes entre los alumnos de reciente ingreso y los que están cercanos a egresar, lo que hace suponer que existen fuentes más importantes en la formación del concepto de desarrollo que tienen los universitarios.

## Conocimiento de la biodiversidad

Ruíz (2008) realizó un estudio de los animales y las plantas que dibujan los niños. Los temas de los dibujos fueron el agua y la naturaleza.

En los dibujos sobre el agua se representan 23 animales. Destacan los peces en general, las ballenas, los tiburones y pulpos, además de otros animales acuáticos. En los dibujos sobre la naturaleza, la diversidad de animales representados se incrementa con un total de 60 animales. Los más importantes son la mariposa, las aves (de especies no definidas), el oso, la serpiente, el perro, el gato, el tigre, la jirafa, el elefante, la abeja y el caracol. La mayoría de las especies representadas son nativas de México (64 %). Le siguen las especies domésticas (20 %) y las exóticas (15 %); el resto son animales prehistóricos. Por lo que se refiere a las plantas, la diversidad es menor, pues se identificaron 10 categorías diferentes de especies vegetales. Los niños dibujan árboles y flores indefinidas. La especie bien definida que más se representa es el pasto, aunque también dibujan manzanos, pinos, palmeras, rosas, violetas y naranjos.

Hernández-C. *et al.* (2009) analizaron las ilustraciones de animales de los libros de texto gratuitos de sexto de primaria. Encontraron que hay 820 ilustraciones; la mayoría son caricaturas (497), le siguen 133 fotografías, 66 jeroglíficos, 62 dibujos realistas, 34 escudos, 17 representaciones de esculturas y 11 escudos de monedas. Hasta el momento han identificado los animales de 599 ilustraciones. En muchas de ellas los animales son irreales o simplemente representan a un grupo general, por ejemplo un pez que no corresponde a ninguna especie existente. La mayoría de las ilustraciones son de animales silvestres exóticos. Dentro de los animales domésticos, los más frecuentes son los de trabajo (caballo) y los alimenticios. Es importante el número de ilustraciones de animales prehistóricos (85).

En la investigación realizada por Guevara y Fernández-Crispín (1994) se pidió a los niños que identificaran cinco ilustraciones de vertebrados comunes en los alrededores de la ciudad de Puebla y que se encuentran ilustradas en los libros de texto y fueron las siguientes: armadillo, cacomixtle, correcaminos, colibrí y camaleón cornudo. En el Estudio de Caso 9.1 se presentan los resultados del análisis sobre el

porcentaje de los 4 595 niños encuestados que logró identificar a estos animales.

Entre 2002 y 2003, Hernández–C. *et al.* (2009) realizaron una encuesta a 1 234 niños de sexto de primaria en la ciudad de Puebla. El objetivo era investigar sobre los animales silvestres conocidos por los niños. Encontraron un total de 317 especies conocidas, donde algunas de las más mencionadas fueron: el león, el perro, el tigre, el gato, el ave/pájaro, la víbora, la pantera/leopardo, la serpiente, el tiburón y el oso. Cabe señalar que aunque se les pedía mencionar animales silvestres, nombraron algunos animales domésticos, básicamente mascotas. De las 232 especies silvestres que mencionaron, 160 fueron nativas de México, aunque los animales más mencionados fueron exóticos (león, tigre, pantera).

En una encuesta realizada por Torres y Fernández-Crispín (2003) para evaluar el conocimiento de la fauna en 176 niños de sexto grado de primaria de la Mixteca Poblana, se obtuvo una lista de 124 especies. La diferencia fundamental con los niños de la ciudad de Puebla es que aquí se incluyen otra serie de animales domésticos que son importantes en la región, como el burro, la vaca, el cerdo, el chivo, el borrego y el caballo. Como animales silvestres de la región destacan el venado, el conejo, la paloma, la tortuga, la víbora, la ardilla, la iguana y el coyote.

El trabajo de Torres y Fernández-Crispín (2003) incluye también a 482 estudiantes de secundaria. En este nivel mencionaron a 114 especies, donde las importantes son prácticamente las mismas que las que se señalan en primaria.

Gallardo (2008) realizó un estudio sobre el conocimiento de las plantas en adolescentes de una escuela de la ciudad de Puebla y mencionaron un total de 76 especies de plantas. Las más comunes son las siguientes: manzanilla, rosa, girasol, margarita, nochebuena, bugambilia, tulipán, cactus, alga, sábila, hierba buena, epazote, cilantro, espinaca, limón y maíz. La mayoría de las plantas mencionadas son de jardín o se compran en el mercado, pero muy pocas son plantas silvestres. La mayoría de las especies mencionadas son mexicanas.

Rivera (2009) realizó una investigación en la Mixteca Poblana con el fin de identificar los animales que conoce la gente y los usos que se les da. En un cuestionario aplicado a 100 personas se identificó un total de 99 animales. Se mencionan 12 especies de peces, entre los que destacan la mojarra (*Cichlasoma istlanum*), el bagre (*Ictalurus balsanus*), la poteta (varias especies de poecilidos) y el blanquillo (*Astyanax aeneus*). Todos los anfibios se consideran ranas o sapos. Nombran 18 especies de reptiles de las cuales las más importantes son: la iguana (*Ctenosaura pectinata*), la cascabel (*Crotalus simus y C. culminatus*), el tilcuate (*Drymarchon melanurus*), el coralillo (*Micrurus laticollaris*), la cuijera (*Salvadora mexicana*), el camaleón (*Phrynosoma braconnieri*) y el chintete (*Sceloporus* sp.). El grupo del que se conocen más especies son las aves con 43, de las que destacan: la chachalaca (*Ortalis vetula*), la codorniz (*Colinus virginianus* y *Philortyx fasciatus*), la paloma (*Zenaida asiatica* y *Z. macroura*), el zopilote (*Coragyps atratus*), la calandria (*Icterus* sp.), el gavilán, la golondrina (*Hirundo rustica*) y el águila. También mencionaron al correcaminos (*Geococcyx velox*) y al colibrí.

Respecto a los mamíferos, se mencionaron 24. Los más importantes son el venado (*Odocoileus virginianus*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el tejón (*Nasua narica*), el coyote (*Canis latrans*), el tlacuache (*Didelphis virginianus*), el mapache (*Procyon lotor*), la zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), el zorrillo (*Mephitis macroura* y *Conepatus mesoleucus*), la ardilla (*Spermophilus mexicanus*), la liebre (*Lepus callotis*), el gato montés (*Lynx rufus*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y el jabalí (*Tayassu tajacu*), además de las especies domésticas como el burro y la vaca, entre otras.

## Acciones que se están tomando en la educación ambiental

En lo que respecta a los distintos niveles de la educación formal, es necesario comentar los avances logrados con la Secretaría de Educación Pública (SEP) al establecerse propuestas concretas que contribuyen a los logros establecidos en el Compromiso Nacional de la Educación Ambiental para la Sustentabilidad. Un ejemplo de esto es el Diplomado de Formación de Educadores Ambientales, acorde al Decenio de la Educación Ambiental. Esta acción se logró a través de un esquema

de coparticipación entre la Delegación de la SEMARNAT en el estado, la SEP (a través de la Coordinación Estatal de Formación Continua), la Universidad Iberoamericana Puebla y Villa Atl A. C. Se han graduado 138 estudiantes en dos generaciones.

Asimismo, en el rubro de formación y profesionalización de los educadores ambientales se han organizado y realizado reuniones, cursos y talleres para la formación de profesores como educadores ambientales, con el apoyo de la Escuela de Biología de la BUAP. El propósito de estos eventos es dotar de elementos teóricos y metodológicos a los participantes para que logren elaborar y desarrollar sus programas ambientales en las escuelas, con apoyo de profesores, alumnos y padres de familia.

Un asunto estratégico de atención en la política ambiental del país es el cumplimiento de lo establecido en el Compromiso Nacional por el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable. Para ello, la SEMARNAT y la SEP han establecido un amplio programa de colaboración con acciones concretas como es el caso de distribuir en el país cerca de dos millones de ejemplares del libro "¿Y el Medio Ambiente qué?, problemas ambientales en México y el Mundo". Para el estado de Puebla se han destinado más de 54 000 ejemplares. El propósito es que todos los profesores frente a los grupos de las escuelas públicas cuenten con esta herramienta educativa para apoyar las tareas que les marcan los programas educativos de cada uno de los niveles.

La distribución de estos libros va acompañada de un proceso de inducción, sensibilización y capacitación a través del taller "Problemas Ambientales de México y el Mundo: herramientas para su tratamiento desde la escuela", que dura 20 horas y tiene un carácter vivencial. En el estado de Puebla se ha capacitado al personal de los 30 centros de maestros con el fin de lograr su réplica en las diferentes regiones del estado.

A este proceso se ha sumado la Dirección General de Formación y Desarrollo de Docentes de la SEP, logrando involucrar a los profesores de las escuelas de educación normal de sostenimiento público. Los asistentes al taller adquieren el compromiso de realizar la réplica a todos los profesores de sus respectivas instituciones. También se ha programado un taller específico para escuelas particulares de educación normal.

Esta iniciativa ha desencadenado propuestas para desarrollar el tema desde niveles como la Dirección de Actualización, Capacitación y Superación Profesional a través de un Programa de Proyectos Institucionales para la Sustentabilidad en los 13 institutos tecnológicos superiores en el estado de Puebla, así como en las cinco universidades tecnológicas.

De la misma forma, esta iniciativa ha despertado el interés de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGTA) y se está trabajando para que sea asumida por la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI).

## EDUCACIÓN NO FORMAL

*Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez, Luis Enrique Martínez Romero, Elizabeth Adriana Flores Jiménez, Beatriz Beristain Noriega, Gisselle Constanza Zamorano Martínez, Juan Alejandro Ruíz Meza, Diego Cervantes García*

Desde hace varias décadas los educadores ambientales del estado de Puebla han empleado diversas estrategias de educación no formal para desarrollar actividades orientadas a la creación de una cultura ambientalmente sustentable.

En el caso de los centros de recreación y de cultura ambiental (CRCA), las instituciones públicas y las organizaciones civiles u organizaciones no gubernamentales (ONGs) implementan una amplia gama de actividades, muchas de ellas apoyadas en elementos lúdicos y material didáctico que facilita la comprensión de la problemática ambiental, sensibilizando y motivando la participación de niños, jóvenes y adultos en la protección y conservación del ambiente.

Hablando de Biodiversidad, durante el "Foro de Consulta y Diseño del Plan Estatal de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa del Estado de Puebla" organizado por la SEMARNAT en 2003, los educadores ambientales del estado identificaron una serie de problemas que están directamente relacionados con el tema y es en torno a ellos que se han diseñado y organizado algunos programas; contando actualmente con una serie de actividades dirigidas a un público muy diverso en edad, formación e intereses, contribuyendo directamente a sensibilizar, informar y reflexionar sobre el tema.

Considerando lo anterior, se identificaron las instituciones y organizaciones que tienen programas de educación ambiental que fomenta el uso racional, la protección y la conservación de la Biodiversidad. Para su descripción, en este apartado se han clasificado en organizaciones civiles, centros recreativos y de cultura ambiental, áreas naturales protegidas e instituciones de gobierno.

En el primer caso, las organizaciones civiles han tenido una participación destacada a partir de la década de los 80. Han rescatado espacios físicos como el Parque Ecológico Revolución Mexicana, el Aviario de Puebla, la Laguna de San Baltazar y el Ojo de Agua de Texmelucan Verde, entre otros. Han participado en la consolidación de tres espacios de expresión y participación ciudadana, como son: el Consejo Ciudadano de Ecología, el Consejo Estatal de Ecología y el Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable, nucleo Puebla. Sus principales aportaciones han sido a través de la denuncia ciudadana, colaboración en la elaboración de la legislación ambiental, además de asesorar o revisar proyectos a nivel estatal y municipal.

En cuanto a educación ambiental, las ONGs han contribuido a su reconocimiento con demandas, como un elemento estratégico de los planes y programas institucionales, participando en la consolidación de políticas públicas que se reflejan en la Ley General de Protección al Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable del estado de Puebla, la Estrategia Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México y el Plan Estatal de Educación Ambiental de Puebla.

El estado de Puebla actualmente cuenta con 45 ONGs (Apéndice 1) de las cuales 15 son asociaciones juveniles (actores que se suman al movimiento ambientalista poblano a partir de octubre de 2005). Sus esfuerzos se encaminan a la concientización sobre los problemas ambientales en general, pero pocas tienen programas educativos relacionados con la Biodiversidad (Figura 9.2). En el Cuadro 9.1 se hace un resumen de las características de ocho ONG que tiene

**Figura 9.2** Alumnos del preescolar Mi Pequeña Huerta en el taller "Los amigos del árbol"

**Cuadro 9.1** Características de las organizaciones no gubernamentales que desarrollan actividades sobre el tema

| Organización | Cobertura | Actividades principales | Programas exitosos |
|---|---|---|---|
| Alternativas y Procesos de Participación Social A.C | Regional | Impulsar procesos de participación social orientados hacia el desarrollo humano y regional sostenible. | Agua para Siempre. Producción de alimentos sustentables como el amaranto a través de la Cooperativa Quali. Museo del Agua. |
| Biología Integral, Objetiva y Social, A.C (BIOS) | Estatal | Desarrollo comunitario, la educación ambiental, ecotecnias, gestión ambiental, estudios de impacto ambiental, programas de reforestación y nutrición alternativa | Construcción de tecnologías ambientalmente amigables. Educación Ambiental comunitaria. Talleres interactivos de biología, ciencias, ecología y medio ambiente. |
| Huitzilcóatl, A.C. | Estatal | Impulsar procesos de participación social en el aprovechamiento sustentable de los recursos bióticos del estado, fomentar una cultura de respeto al ambiente, investigación, capacitación para la creación de Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable. | Elaboración de guías de aves. Aviario de Puebla. |
| La Casa de las Hormigas | Regional | Conservación y cuidado de los recursos naturales por medio de las diferentes estrategias cognitivas que abarca la Educación Ambiental. | Senderismo. Talleres interactivos. |
| Némesis Asesores Ambientales S.C. | Estatal | Inventarios florísticos y faunísticos, educación ambiental, capacitación, saneamiento básico, salud ocupacional, seguridad industrial, vinculación y transferencia de tecnologías en materia de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. | Capacitación para grupos de base |
| Manos a la Ciencia A.C. | Regional | Inculcar en los niños el interés por las ciencias. | Talleres de biología, ciencias de la tierra, educación ambiental, física y química. Asesoría en proyectos de ciencias para niños. |
| Mazamiztli, A.C. | Estatal | Promover la conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través de la educación, la investigación y la transferencia de tecnología. | Capacitación para grupos de base y cazadores. |
| Tosepan Titataniski | Regional | Mejorar la calidad de vida de todos los socios a través de acciones que permitan alcanzar el desarrollo sustentable de su familia. | Producción de café, pimienta y miel virgen; el Centro de Formación "Kaltaixpetaniloya", desarrollo de la mujer; turismo alternativo; microfinanciamiento; mejoramiento de la vivienda y Educación ambiental. |

programas de educación ambiental vinculados al conocimiento o aprovechamiento de la Biodiversidad. Las aportaciones de las asociaciones juveniles se pueden apreciar en el Estudio de Caso 9.3.

Los Centros de recreación y cultura ambiental del estado de Puebla incluyen jardines botánicos, zoológicos y áreas naturales protegidas; muchos de ellos han desarrollado diversos programas y actividades con el objetivo de promover la formación de competencias, valores y aptitudes relacionadas con la construcción de una cultura para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, propiciar la participación social en acciones de preservación, cuidado y atención de problemas ambientales y difundir tecnologías alternativas aplicadas al aprovechamiento racional y conservación de los recursos (Maldonado 2003). En el Cuadro 9.2 se pueden apreciar algunas experiencias exitosas de estos centros.

Otros espacios que se han destacado por su participación en la recreación, conservación, investigación y educación ambiental sobre biodiversidad y que no se incluyen en la tabla son: el Jardín Botánico "Helia Hollis" de Zapotitlan Salinas, el Jardín Botánico "Ignacio Rodríguez Alconedo", el Herbario de la BUAP, el zoológico Africam Safari y el Museo del Agua en Tehuacán.

Si bien las áreas naturales protegidas son centros de recreación y cultura ambiental, merecen mención aparte por su relevancia en los programas de conservación, investigación y educación. Las áreas

**Cuadro 9.2** Características de los centros de recreación y cultura ambiental

| CRCA | Cobertura | Actividades | Programas exitosos |
|---|---|---|---|
| Aviario de Puebla | Nacional | Investigación<br>Conservación<br>Educación<br>Recreación | Talleres y cursos para niños y adolescentes, con los temas "El Mundo de las Aves" y "Biodiversidad"; Reproducción de 52 especies de aves mexicanas. |
| Zoo Parque Loro | Regional | Conservación<br>Educación<br>Recreación | Programas de contacto y conocimiento de la mayoría de las especies del zoológico. |
| Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez" | Internacional | Investigación<br>Conservación<br>Educación<br>Recreación | Talleres y visitas guiadas en las instalaciones del jardín. |
| Jardín Botánico "Louisa Wardle de Camacho" | Internacional | Investigación<br>Conservación<br>Educación<br>Recreación | Talleres sobre taxonomía vegetal, insecticidas naturales, plantas aromáticas y jardinería; visitas guiadas. |
| Jardín Botánico Xoxoctic | Regional | Conservación<br>Educación<br>Recreación | Taller temático sobre café y senderos interpretativos |
| Villa Atl | Regional | Educación<br>Recreación | Capacitación para profesores. Conmemoraciones ambientales. |

que actualmente cuentan con programas de educación ambiental significativos por su constancia y la sistematización de sus actividades son el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas Flor del Bosque (Figura 9.3), la Reserva de la Biosfera Tehuacán–Cuicatlán (RBTC) y el Parque Nacional Ixta-Popo (Cuadro 9.3). En los casos del Parque Nacional Pico de Orizaba, el Parque Nacional la Malinche y Necaxa, su trabajo en materia de educación ambiental ha sido intermitente por factores como falta de personal, presupuesto y carga de trabajo.

Cabe señalar que la participación de los medios masivos de comunicación de manera activa en la formación y toma de conciencia de la ciudadanía en materia de conservación y protección al ambiente es vital. Son ellos quienes, a través de su labor, tienen la oportunidad de llegar a un público diverso y numeroso, con necesidades de información objetiva en materia de aprovechamiento de recursos, gestión, legislación ambiental, trámites, responsabilidades y cultura general. Sin embargo, hasta la fecha pocos se han comprometido con esta labor, como se puede apreciar en la Cuadro 9.4 y en los estudios de caso 9.4 y 9.5.

De hecho, en el Plan Estatal de Educación Ambiental de Puebla se reconoce la necesidad de una mayor participación de los medios de comunicación y comunicólogos, con espacios y temas ambientales especializados. El fin es ofrecer información veraz y oportuna a la sociedad y contribuir de esta manera a la formación de un criterio más amplio sobre la situación ambiental del estado. Esto no es tarea

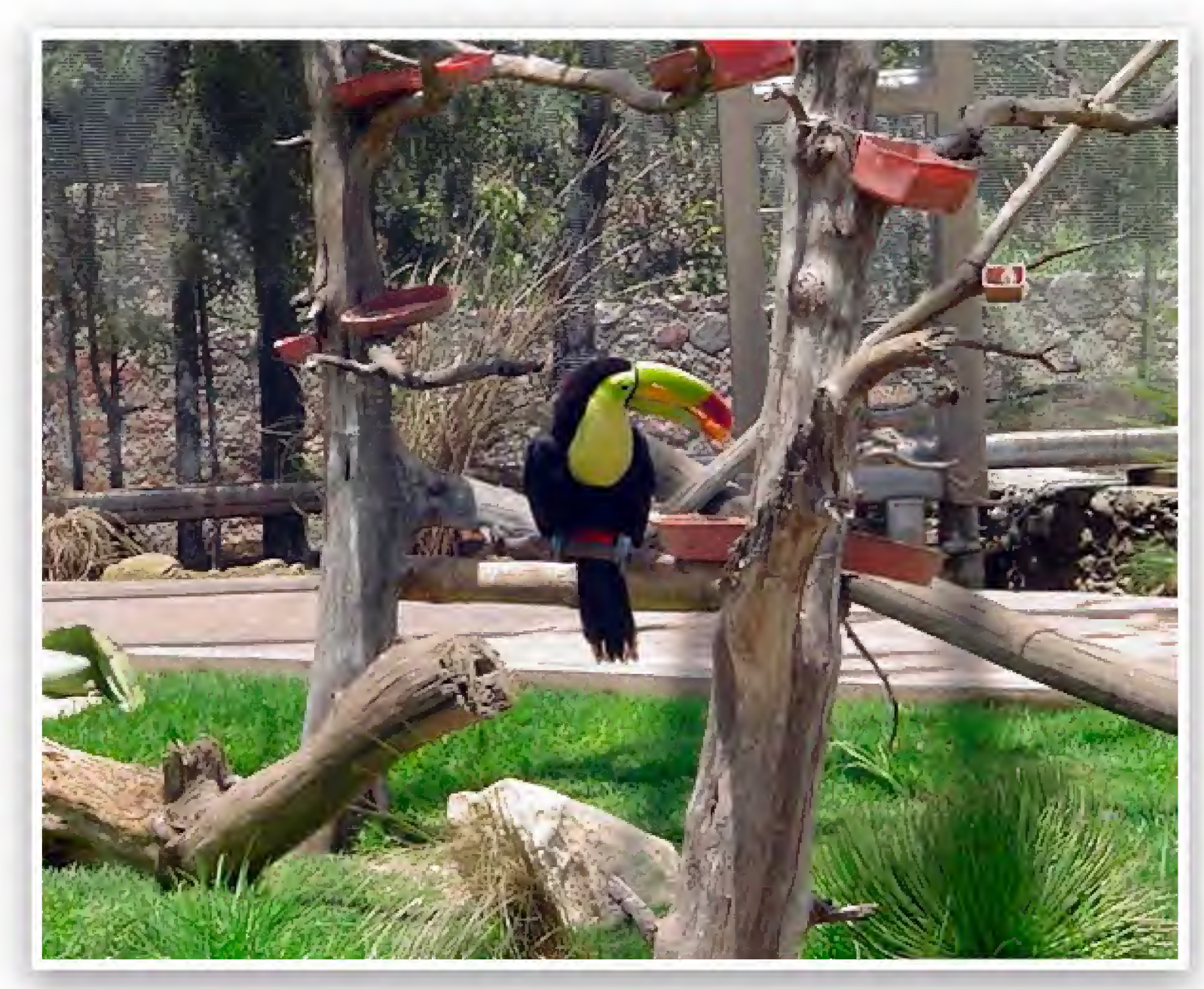


**Figura 9.3** Aviario del Parque Estatal General Lázaro Cárdenas Flor del Bosque

**Cuadro 9.3** Características de las Áreas Naturales Protegidas

| ANP | Cobertura | Actividades principales | Programas exitosos |
|---|---|---|---|
| Parque Estatal "General Lázaro Cárdenas Flor del Bosque" | Puebla | Vincular la educación ambiental con la protección del medio ambiente. Desarrollar el parque como modelo de preservación y conservación de los bosques y la vida silvestre. | Recorridos guiados por las instalaciones del parque. Centro de educación y vigilancia climática global "Sir Crispin Tickell" Reproducción y comercialización de aves y mamíferos. |
| Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán | Puebla-Oaxaca | Protección de recursos naturales (prevención y combate de incendios forestales, promoción de comités de vigilancia ambiental participativa, así como control de plagas y enfermedades forestales, entre otros) Manejo de recursos naturales de zonas semiáridas, con acciones tales como turismo de naturaleza y artesanías. Cultura para la conservación Y comunicación, con diversos programas de educación ambiental y difusión. Conocimiento, promoviendo y apoyando la investigación en el área protegida. | "Programa de Educación Ambiental" en coordinación con la SEP-CORDE-10 Tehuacán, e investigación educativa. Conmemoraciones ambientales. Campaña de conservación del agua a través del orgullo. Protección de la guacamaya verde (*Ara militaris*). Programa de radio "Explorando el Valle" con el apoyo de SICOM Radio Tehuacán. |
| Parque Nacional Izta-Popo | Puebla-México | Restauración, investigación, monitoreo de fauna, educación para la conservación y desarrollo de proyectos productivos. | Difusión del Parque en escuelas. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Proyectos de educación ambiental. Capacitación en estufas ahorradoras de leña, viveros forestales, ecoturismo y conservación de suelos. |

**Cuadro 9.4** Medios de Comunicación

| Tipo de Medio | Medio de Comunicación | Sección ó Programa |
|---|---|---|
| Impresos | Síntesis** | Tierra baldía y Nueva Tierra Baldía |
| | El Sol de Puebla | Medio Ambiente |
| Radio | Radio Tribuna | El Cuchitril |
| | Radio BUAP* | Tras las huellas de la naturaleza. |
| | SICOM Radio | Ángeles Patrulleros |
| Internet | http://www.hambreradio.com | Susten-Table |
| | http://nuevatierrabaldia.blogspot.com** | |
| | http://www.semarnat.gob.mx | |
| | http://www.smrn.pue.gob.mx | |
| | http://www.pueblacapital.gob.mx | Susten-Table |

** Ver Estudio de Caso 9.4* *** Ver Estudio de Caso 9.5*

fácil, pues en lugar de proyectos temporales o aislados, se necesita de la organización y coordinación de diferentes actores, como investigadores, educadores y autoridades, para que los medios de comunicación apoyen los diversos programas que tiene el estado en materia de educación ambiental.

Las instituciones gubernamentales han evolucionado a través del tiempo, asumiendo nuevas responsabilidades y diversificando las actividades en materia de educación ambiental. Así, tanto a nivel federal como estatal, se cuenta con una área de educación ambiental. El caso de los gobiernos municipales es más complejo y no todos cuentan con un departamento semejante.

A continuación se mencionan las actividades que realizan los tres niveles de gobierno en materia de educación ambiental, con la visión de contribuir al desarrollo y planteamiento de la Estrategia Estatal de Biodiversidad.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Puebla, formula un *Programa Anual de Educación Ambiental para la Sustentabilidad*, con el objetivo de integrar y desarrollar el Programa de Educación Ambiental y Capacitación para el Desarrollo Sustentable de la Delegación, mediante la detección de necesidades en la materia. El contenido del Programa establece líneas y acciones especificas para contribuir en la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la Biodiversidad de nuestro estado y país por medio de los siguientes puntos: educación ambiental, capacitación para el desarrollo sustentable, comunicación educativa, proyectos estratégicos, coordinación interinstitucional y servicios de la delegación (atención a usuarios), así como la distribución de material didáctico sobre diversos temas.

En este proceso resultó determinante la propuesta de la SEMARNAT para la unificación de los criterios establecidos en la Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México.

La Dirección de Cultura Ambiental de la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) tiene como objetivo promover la participación activa y consciente de la población a través de procesos de comunicación y educación ambiental para la conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Sus esfuerzos se han centrado en siete programas estratégicos: Programas Municipales de Educación Ambiental, Programa de Formación de Promotores Ambientales, Programa Integral de Medio Ambiente en Vinculación con la SEP, Programa Interinstitucional de Medio Ambiente, Programa para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, Programa de Capacitación en Gestión Ambiental para Autoridades Municipales y Programa de Concientización.

En lo que respecta a la Educación Ambiental no Formal, la Secretaría de Educación Pública a través de la Coordinación Estatal de Desarrollo Educativo (CORDE), propuso el Programa Integral de Educación Ambiental en el cual se establecen lineamientos para acceder a estas propuestas educativas de centros de recreación y cultura ambiental, organizaciones de la sociedad civil e instituciones gubernamentales que se reflejan en un catálogo institucional de programas, proyectos y acciones complementarias a los programas educativos desarrollados por cada uno de los niveles en educación básica.

La Secretaría de Turismo ha publicado, en coordinación con otras dependencias, una serie de manuales en los que además de fomentar la organización de las comunidades para consolidar sus proyectos, retoma la educación ambiental como elemento estratégico en los proyectos de las diferentes organizaciones. Entre los manuales podemos mencionar la *Guía de normatividad ambiental aplicable al ecoturismo comunitario*, la *Guía para las mejores prácticas de ecoturismo en áreas protegidas (CDI)*, la *Guía para la presentación de proyectos ecoturísticos a dependencias federales, Inducción al turismo de naturaleza para comunidades rurales, Manual para la Gestión del Desarrollo Turístico Municipal, Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo y el Manual de buenas prácticas del ecoturismo*. La Secretaría de Turismo también ha participado en la coordinación de la Agenda 21.

El municipio de Puebla ha decidido abordar la problemática ambiental a través de la recién creada Agencia de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable, órgano desconcentrado que asume y amplía las funciones de la antigua Subdirección de Ecología y Medio Ambiente.

Con la creación de la Agencia surge el Departamento de Información y Educación Ambiental adscrito a la Subdirección de Protección Ambiental, cuyo objetivo es desarrollar actividades que fomenten y fortalezcan la cultura ambiental, apoyadas en la investigación y un sistema de información ambiental del municipio en el marco de una estrategia municipal de educación en la materia. Entre las acciones vinculadas con el tema de Biodiversidad están las siguientes: el trabajo en escuelas de diferente nivel académico, unidades habitacionales y otros grupos organizados con temas sobre recursos naturales, áreas verdes, forestación y reforestación, entre otros; el diseño de una campaña sobre flora y fauna silvestre del municipio de Puebla, motivando la participación de la sociedad en el cuidado y restauración del ambiente, manteniéndola informada sobre diversos aspectos en torno al estado del ambiente del Municipio, a través de diferentes eventos en función de las conmemoraciones ambientales y la creación y operación de un sistema de información ambiental que permita socializar la información del municipio de Puebla.

## COMENTARIOS FINALES

A pesar de la amplia gama de actores y actividades que se pueden apreciar en los apartados anteriores, a la fecha sólo se ha logrado sensibilizar un poco a las personas sin llegar a la toma de conciencia de la problemática ambiental, lo que se ve reflejado en el creciente deterioro ambiental, las pocas o irrelevantes medidas de mitigación que se implementan, así como la escasa participación de la sociedad en el campo. Como se mencionaba en el apartado sobre Marco Jurídico, la legislación no ha sido suficiente para organizar a los actores ni los programas y tampoco las buenas intenciones de quienes llevan años trabajando en el tema. Hace falta ir más allá de la sensibilización, buscando la formación de individuos responsables y conscientes de su papel ante la problemática ambiental.

Pero este problema no solo es cuestión de concientización: hace falta invertir en recursos humanos y materiales que fortalezcan el proceso, así como superar la visión de corto plazo de los programas. Es necesaria una mayor participación de la sociedad en el movimiento asociativo y separar la educación ambiental de aspectos irrelevantes. Hace falta fortalecer los canales de comunicación entre los educadores ambientales y articular mejor sus acciones.

La alta motivación de las personas ligadas a las entidades de acción social, así como la existencia de equipos multidisciplinarios acostumbrados a trabajar con metodologías participativas, suponen elementos importantes para el desarrollo de programas de educación ambiental, sin embargo, hace falta trabajar coordinadamente entre asociaciones y generar retroalimentación entre profesionistas de los ámbitos social y ambiental, a menudo desvinculados y trabajando aisladamente.

Dada la complejidad del proceso, es necesario contar con actores con visión y compromiso, especialmente de aquéllos que son responsables directos de la formulación de políticas públicas.

Vale la pena resaltar la importancia que tiene difundir los materiales sobre las tareas de educación ambiental y conformar y socializar un directorio de educadores ambientales que permita identificar la oferta en materia de educación y capacitación en el estado.

Hace falta fortalecer los vínculos entre los educadores ambientales, compilar y socializar experiencias y acciones que se desarrollan en materia de educación ambiental por las distintas entidades, analizar la aplicación de la Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, evaluar la participación en el Decenio de la Educación Ambiental para la sustentabilidad y el Compromiso Nacional, y los logros del Plan Estatal de Educación Ambiental, así como motivar la participación de los educadores ambientales y la sociedad a través de reconocimientos en los diferentes niveles de gobierno.

Estudio de caso 9.1

# Conocimiento de los animales silvestres en Puebla (México) por los estudiantes de educación primaria

*Celina Naval Ávila, Yareni Perroni Ventura, Antonio Fernández-Crispín*

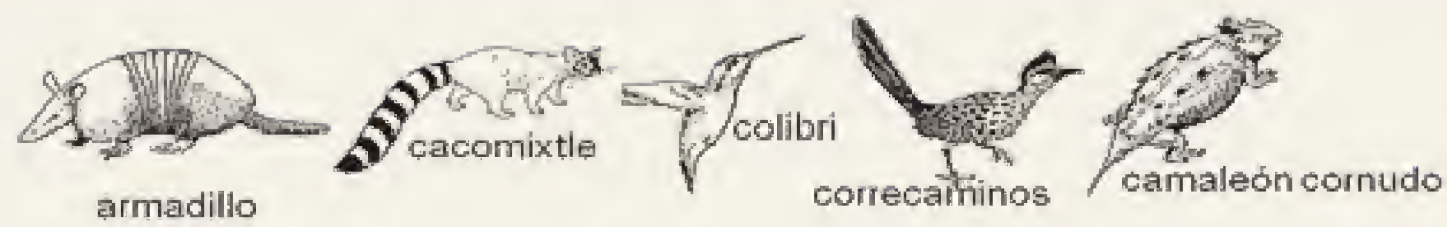



**Figura E.9.1** Dibujo de los animales que identificaron los niños: armadillo (*Dasypus novencinctus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), colibrí (*Trochilidae*), correcaminos (*Geococcyx velox*) y camaleón cornudo (*Phrynosoma braconnieri*).

## Introducción

A finales del ciclo escolar 1993-1994 se realizó un proyecto de investigación con el objetivo de evaluar el conocimiento que tienen los niños rurales y urbanos de educación primaria sobre animales comunes en su municipio.

Se realizó un muestreo estratificado, tomando como variables-atributo: el tipo de sistema, turno y tamaño de la escuela. De esta manera se establecieron cerca de 500 grupos de 10 niños cada uno. Los grados escolares fueron agrupados en tres ciclos diferentes: Ciclo I, niños de 1° y 2° grado; Ciclo II, niños de 3° y 4° grado y el Ciclo III, con niños de 5° y 6° grado.

Se les mostraron los dibujos, realizados por Marco Pineda, de cinco vertebrados comunes del municipio (ver Figura E.9.1). Los criterios para seleccionar a los animales fueron: ser comunes en los alrededores de Puebla y que no se prestaran a confusiones.

A los niños de 6° se les pidió también que mencionaran a tres animales silvestres conocidos. De esta población se tomó una submuestra equivalente a la tercera parte, de las cuales todas fueron escuelas urbanas; posteriormente se seleccionó a todas las escuelas rurales.

Los animales mencionados por los niños se clasificaron en silvestres nativos, silvestres exóticos, acuáticos, animales de granja, mascotas y ambiguos. En esta última categoría se incluía a animales como los patos, que pueden ser tanto silvestres como domésticos.

## Resultados y discusión

Los niños de escuelas urbanas mencionaron 95 especies en total, de las que 65 correspondieron a la categoría de silvestres nativos, 10 a exóticos, 5 a acuáticos, 5 a mascotas, 8 a animales de granja y 2 ambiguos. Los niños de escuelas rurales mencionaron un total de 68 especies: 44 silvestres nativos, 8 silvestres exóticos, 3 acuáticos, 2 mascotas, 8 animales de granja y 3 ambiguos.

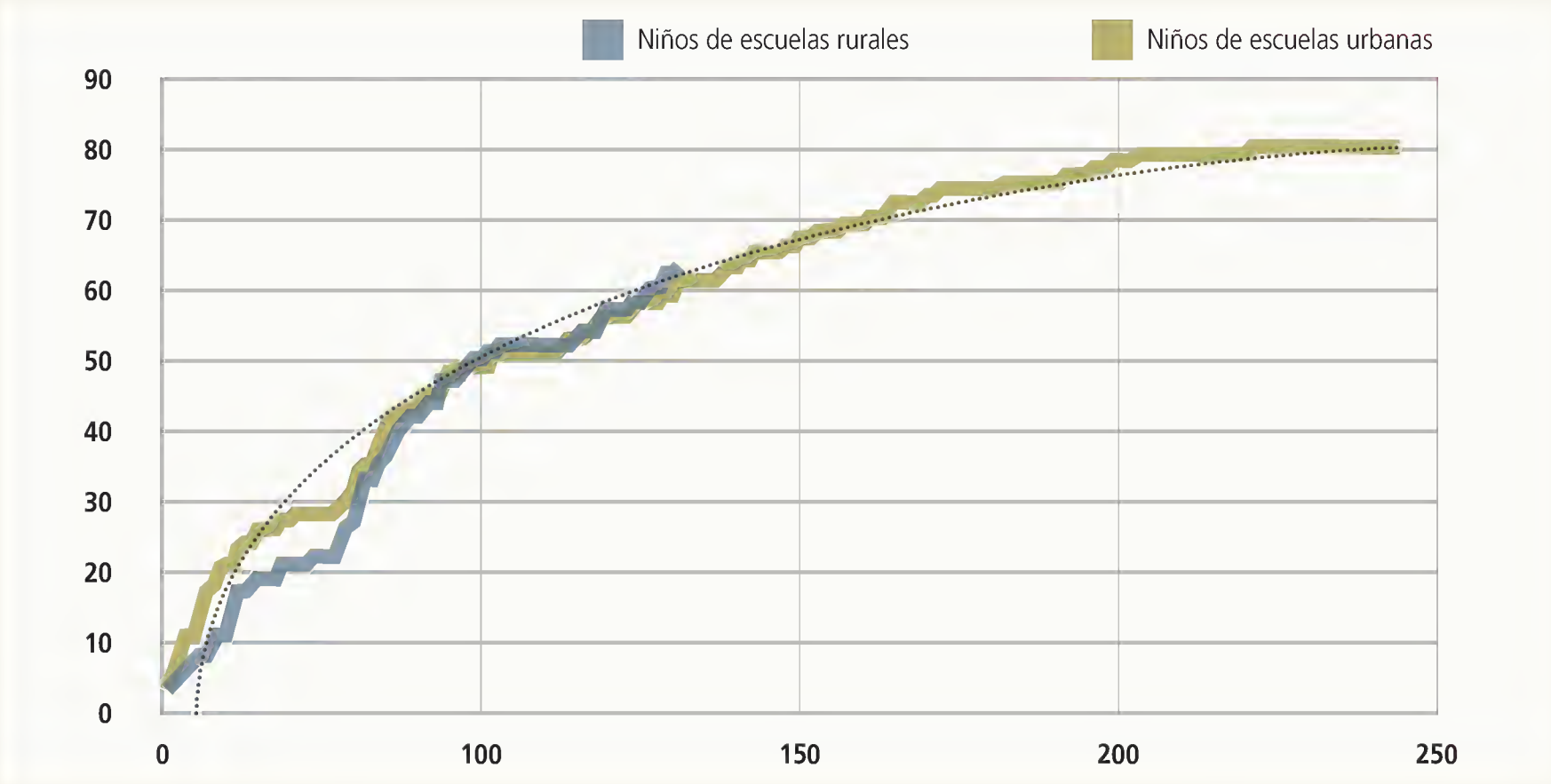
En la Figura E.9.2 se muestra que no hay diferencia en el comportamiento de las curvas de acumulación de especies conocidas por los niños de las escuelas rurales y urbanas.

En el Cuadro E.9.1 se presenta el porcentaje general de niños que identificaron a cada uno de los animales de los dibujos.

## Conclusión

El conocimiento de los animales silvestres aumenta con la edad. No se encontró diferencia entre el número de especies conocidas por los niños rurales y urbanos, posiblemente por la cercanía de las zonas rurales a la ciudad de Puebla.

**Figura E.9.2** Comparación del número de especies conocidas por los niños de escuelas urbanas y rurales




**Cuadro E.9.1** Porcentaje de niños que reconocen a diferentes especies de vertebrados

| Animal | Ciclo I | Ciclo II | Ciclo III |
|---|---|---|---|
| Colibrí | 41.6 % | 65.48 % | 81.66 % |
| Cacomixtle | 2.04 % | 2.3 % | 2.09 % |
| Camaleón | 6.07 % | 12.67 % | 17.42 % |
| Correcaminos | 3.77 % | 12.29 % | 19.1 % |
| Armadillo | 29.4 % | 62.85 % | 74.55 % |

Estudio de caso 9.2

# La transversalidad ambiental en la Universidad Iberoamericana, plantel Puebla y la biodiversidad

*Iliana Ayala Rodríguez, Benjamín Ortiz Espejel*

En la Universidad Iberoamericana, Plantel Puebla, a partir de 1994 se crea el Programa Interdisciplinario en Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente. Con ello da inicio la definición de líneas de formación ambiental que han tenido como objetivos generales la discusión y reflexión de los problemas del desarrollo asociados al medio ambiente, así como la educación universitaria en materia ambiental.

En este proceso, lo ambiental representa un eje de contenidos, orientaciones y métodos de enseñanza que contribuyen a desarrollar estrategias que permiten al estudiante tener una mejor interpretación de la realidad en un contexto local y regional, caracterizada por particulares dinámicas ecológicas, sociales, económicas, culturales y políticas.

En este sentido, el acercamiento a las diversas problemáticas ambientales y del desarrollo se configura como ejes problematizadores a partir de los que se propician procesos formativos de interiorización, reflexión, acción y desarrollo de competencias profesionales, que preparan a los estudiantes en la construcción de alternativas de sustentabilidad. Uno de los temas importantes a considerar es el estado, comprensión, análisis y alternativas de desarrollo sustentable para la Biodiversidad.

En esta propuesta de formación ambiental universitaria se emplean diversas estrategias; destacan las siguientes:

- La incorporación de la dimensión ambiental en los planes de estudio de las diversas licenciaturas, con la finalidad de encontrar la pertinencia y propiciar el desarrollo de capacidades específicas profesionales en la intervención de estos problemas.
- La intervención profesional ante situaciones concretas mediante la participación en diversos proyectos de servicio social, varios de los cuales se desarrollan con el involucramiento y participación de estudiantes y maestros en procesos comunitarios que abordan problemas ambientales, tales como el caso de Unidades de Manejo de la Vida Silvestre (UMAS), el desarrollo de proyectos de turismo sustentable, la generación de alternativas en manejo integral de cuencas hidrológicas o el diseño e implementación de ecotecnias, entre otros.
- Con el apoyo de proyectos interdisciplinarios o multidisciplinarios de investigación y en el desarrollo de tesis o reportes de titulación.
- Mediante la difusión de la cultura ambiental, a través del programa de "Acción Ambiental Universitaria". En este sentido, resaltan los programas permanentes de consumo sustentable, uso sustentable del agua y educación en condiciones de cambio climático, así como la formación de promotores ambientales universitarios y su participación en programas de educación ambiental dirigidos a diversos sectores de la población en los ámbitos local y regional.
- El manejo ambiental del campus mediante el establecimiento de un "Sistema de Gestión Ambiental" se concibe como un elemento importante de acercamiento al reconocimiento del cuidado de la Biodiversidad y de los recursos naturales. Cabe destacar la construcción de un lago artificial que cumple con las funciones de servicios ambientales como la creación de microclima, refugio de aves, cortina rompevientos, retención de suelo y espacio de sensibilización ambiental.
- A través de los programas de Extensión Universitaria se cuenta con tres diplomados que abordan la problemática y sustentabilidad de la Biodiversidad en diferentes niveles y dimensiones.

Lo anterior resalta el enfoque de *Sistemas Complejos* como una propuesta metodológica de acercamiento a los temas ambientales y de sustentabilidad y la vinculación con diversos actores sociales como son el gobierno, la sociedad civil, las instituciones educativas y diversas organizaciones que trabajan por la Biodiversidad.

Estudio de caso 9.3

## La contribución de los jóvenes poblanos en la conservación de la biodiversidad

*Raúl Cuéllar Ramírez*

Con el transcurso del tiempo, los jóvenes han logrado posicionarse como un sector cada vez más importante en la toma de decisiones, destacando también por su participación activa en distintos ámbitos, asumiéndose como agentes de cambio en temas de relevancia como la política, economía, salud, medio ambiente, entre otros.

Los jóvenes han contribuido a la conservación de la biodiversidad en distintas formas a lo largo de los últimos años. Muchas veces su participación ha sido a través de instituciones académicas, por medio de proyectos de investigación, la "liberación" del servicio social y el trabajo de tesis.

Por otra parte, hay jóvenes cuyas expectativas van más allá de lo académico y pueden empezar a realizar acciones de forma individual, formar una agrupación juvenil con otros compañeros interesados y colaborar con alguna institución u organizaciones no gubernamentales, afines a sus intereses.

Esta clasificación nos habla de los distintos espacios desde los cuales, bajo distintas condiciones y con distintos roles, los jóvenes contribuyen a la conservación de la biodiversidad. A continuación informaremos de algunas de las acciones que realizan, para lo que es importante mencionar que ninguna es exclusiva de un espacio.

Los jóvenes contribuyen en la creación del nuevo conocimiento a través de la investigación, realizando muestreos, analizando información estadística, diseñando programas de manejo, de biorremediación, desarrollando técnicas de manejo en cautiverio y evaluando la viabilidad de distintos proyectos.

Participan en los procesos de consolidación del campo de la educación ambiental, destacando en las áreas de la educación informal y no formal, y desarrollando y aplicando distintos programas en el ámbito escolar y comunitario. También realizan estudios sobre la relación que guarda el hombre con su entorno, sobre los saberes y su trascendencia, el nivel de conocimiento adquirido y las actitudes predominantes en los distintos sectores de la población.

A medida que pasa el tiempo los jóvenes tienen mayor participación en los medios de comunicación, haciendo uso de los nuevos avances tecnológicos y del internet e incluyendo la temática en las distintas formas de expresión artística.

Los jóvenes se involucran de forma directa en unidades de manejo ambiental, zoológicos y áreas naturales protegidas o en comunidades, desarrollando proyectos de manejo sustentable, ya sea mediante voluntariado individual, grupal o trabajando en estos espacios. Participan en movilizaciones y campañas

ciudadanas por la protección de distintas áreas y especies, ya sea de forma radical o moderada.

Cabe destacar que cada vez hay más apertura al sector juvenil en los espacios de consulta ciudadana, los que asumen con responsabilidad y compromiso; ejemplos de esto son el Consejo Estatal y los Consejos Municipales de Ecología así como el Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable.

Las áreas de oportunidad más evidentes para la participación de este sector son las siguientes: generar en el grueso de la población juvenil el interés por la conservación de la biodiversidad, producir información adecuada que les permita realizar acciones cotidianas que repercutan de forma directa en un menor deterioro del entorno natural y mejorar la difusión de los distintos espacios de participación existentes, ya que un gran número de jóvenes interesados en la temática no cuentan con un espacio apropiado para desenvolverse o para potenciar los esfuerzos que de forma individual realizan.

De esta manera, los jóvenes en el estado de Puebla contribuyen a la conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sostenible de los recursos, mostrando un alto sentido de corresponsabilidad y contribuyendo en la construcción de un mundo mejor.

Estudio de caso 9.4

## Programa de radio tras las huellas de la naturaleza

*Grupo Callicoatl: Constantino Villar Salazar, Tania Saldaña Rivermar, Gemmali Vital Guasso*

Son muchas las amenazas y riesgos a los que actualmente se enfrenta tanto el entorno como la biodiversidad en México y el mundo, lo que ha llevado a crear e implementar estrategias que permiten ampliar y difundir el conocimiento sobre esta problemática. Así, la educación ambiental no formal es una estrategia que día a día adquiere mayor importancia.

Existen diversas herramientas que le permiten fortalecer su impacto en la sociedad, creando vínculos estrechos entre éstas y su entorno. Tal es el caso de los medios masivos de comunicación que permiten difundir y divulgar los conocimientos científicos y tecnológicos que se desarrollan en pro de la conservación, protección y restauración del medio ambiente. Estos medios masivos de comunicación representan una vía atractiva y de fácil acceso a la información. Es así como el programa de radio "Tras las huellas de la naturaleza", creado por un grupo de estudiantes y egresados de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (grupo Callicoatl), inició transmisiones el 18 de Noviembre del 2007, en la estación universitaria Radio BUAP, en la barra infantil a través del 96.9 MHz de Frecuencia Modulada. Su objetivo es promover, difundir y divulgar conocimientos prácticos y esenciales, así como herramientas que permitan realizar acciones para el cuidado y protección del medio ambiente con la inclusión del arte y la cultura, de una forma amena y divertida para el auditorio.

Dirigido fundamentalmente al público infantil, el programa se desarrolla en prosa fantástica con la intervención de diversos personajes representativos de la flora y fauna del estado de Puebla, principalmente.

Para evaluar el desempeño e impacto del programa se recurre a la realización de diversos concursos en donde el auditorio plasma de forma artística el conocimiento adquirido, lo que fortalece a este medio de comunicación como una herramienta útil y efectiva de la educación ambiental no formal.

Estudio de caso 9.5

## Los medios de comunicación y la conservación en Puebla

*María del Carmen Tajonar Méndez*

Los procesos de comunicación, los comunicadores, los periodistas, así como los medios de comunicación, tienen un papel trascendental en informar y educar a la ciudadanía sobre temas ambientales, tales como el de la conservación.

Sin embargo, a lo largo de 12 años de trabajo ejerciendo el Periodismo Ambiental, principalmente en la región y en el estado de Puebla, los medios de comunicación han jugado un papel poco contundente y sin compromiso en su responsabilidad hacia la conservación de especies, así como de sus hábitats; su pérdida es uno de los factores más importantes de la situación de extinción que enfrentan plantas y animales en el mundo, en nuestro país, y por supuesto, en nuestro estado.

La poca, o muchas veces nula, preparación de los reporteros que ocasionalmente se aventuran a escribir respecto de temas ambientales, así como los escasos espacios de difusión medioambiental en los medios de comunicación en Puebla, reflejan el escaso profesionalismo e interés que ambas partes tienen hacia la conservación.

En agosto de 1996, el periódico Síntesis, aunque con poca claridad y entendimiento acerca del tema, incursionó en esto con la novedad de publicar un proyecto de Comunicación y Periodismo Ambiental, un suplemento semanal con cuatro páginas de tamaño tabloide en sus primeros seis meses de circulación, llamado "Tierra Baldía". La falta de conocimiento, así como lo incipiente del Periodismo Ambiental, llevó a que los dos primeros números se publicaran con la nomenclatura "cero" y "doble cero", respectivamente. Sin embargo, la demanda del público por estar informado acerca de temas ambientales, obligó al Diario a ampliar el suplemento a ocho páginas, edición que rebasó los nueve años de vida.

"Tierra Baldía" publicó su último número, el 466, el miércoles 12 de octubre de 2005, después de haber abordado temas sobre deforestación, calentamiento global, destrucción de la capa de ozono, contaminación de aguas, aire y suelo, erosión, medicina tradicional, maltrato de animales, además de trabajos académicos, convirtiéndose en un medio de divulgación científica. Por supuesto, en recurrentes ocasiones se trataron los temas de extinción de especies y pérdida de biodiversidad, así como conservación.

Con la publicación de este suplemento ecológico, el periódico Síntesis se convirtió en el pionero en la región y prácticamente en el país, en tratar el Periodismo Ambiental y con ello contribuir en su papel de informador sobre el tema de la conservación.

Luego de una pausa de 10 meses, Milenio Diario Puebla, albergó el proyecto de comunicación y periodismo ambiental bajo el nombre de "Nueva Tierra Baldía", que ganó en color, pero perdió espacio, pues se limitó a una sola página, también semanal. Este espacio fue aprovechado, una vez más para abordar el tema de la conservación, entre otros.

El miércoles 13 de febrero de 2008, Milenio Diario Puebla, publicó la última página del suplemento, y al día de hoy (noviembre de 2008), en Puebla no hay ningún otro espacio específico de publicación medioambiental. Es claro que temas como el de conservación han perdido en vez de ganar.

A pesar de la situación ambiental que vivimos hoy en nuestro hogar, la Tierra, de la importancia y trascendencia que la conservación de ecosistemas y especies tiene para la supervivencia misma de nosotros como especie, es evidente la falta de entendimiento, apertura y compromiso de los medios de comunicación, que al día de hoy escatiman en dar espacios para la difusión de temática medioambiental y continúan apostando y favoreciendo aquéllos temas mucho más lucrativos, como sociales y deportes.

Y por si fuera poco, en Puebla los Periodistas Ambientales se cuentan todavía con los dedos de una mano y, a pesar de la especialización que deben tener en gran variedad de disciplinas, incluso el contar con estudios de Maestría, los salarios que los medios de comunicación ofrecen, son francamente poco atractivos.

## LITERATURA CITADA


Bonfil Batalla G.1997. Pensar nuestra cultura. Editorial Alianza, México. 173 pp.

De Niz Robles M. 2008. Diagnóstico de la educación ambiental en los alumnos de 3° de preescolar de escuelas del municipio de Puebla: Privada, Pública, CONAFE, e indígena (2005-2006). Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación. Instituto de Estudios Universitarios, A.C., Puebla, Pue. 129 pp.

Fernández-Crispín A. 2002. Análisis del modelo de educación ambiental que transmiten los maestros de primaria del municipio de Puebla (México), Tesis de Doctorado en Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España. 564 p.

Fernández-Crispín A. 2009. La construcción de una cultura ambiental mediante la educación formal en Puebla (México). Utopía y Praxis Latinoamericana - Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social. Año 14. 44: 131-136

Fernández-Crispín A., K. Luna Tenorio y J. Guevara Martínez. (2009) Impacto de los programas de educación ambiental en estudiantes de sexto año de primaria. pp. 67-85. En: J. Guevara y A. Fernández-Crispín (Coords.) Experiencias de investigación en educación ambiental. UPAEP, México.

Fernández-Crispín A., J. Benayas Del Álamo y C. Barroso. 2005. Social representation of the way to interact with environment of the elementary school teachers of the Puebla's municipality (Mexico). Int. J. Environment and Sustainable Development, 4(2):140-153.

Fernández-Crispín, A., N.A. Hernández-C, B. Benjamín Ortiz, B. Andrade, I. Ayala, G. Rodríguez Gutiérrez, A. González Cesar, A. Macías Juárez y A. Ruiz Meza. 2006. Plan Estatal de Educación Ambiental del Estado de Puebla. México. pp. 325-362. En, Planes estatales de educación capacitación y comunicación ambientales. Compilación, Vol.2. SEMARNAT. México.

Gallardo Vásquez J.C. 2008. Variaciones en el conocimiento de la flora entre los niños Ayuujk de Tlahuitoltepec-Xaamkëjxp, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue. 59 p.

Guevara J. y A. Fernández-Crispín (Coords.). 1994. Conocimientos y actitudes ambientales: evaluación de la educación ambiental en escolares de educación primaria de la ciudad de Puebla. Reporte técnico no publicado, entregado a la Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla, Puebla, Pue.

Hernández-C. N.A., A. Y. Hernández-Corona y A. Fernández-Crispín. (2009) Fuentes de información formal para el conocimiento de la fauna en niños de 6to de primaria. pp. 111-119. En: J. Guevara y A. Fernández-Crispín (Coords.) Experiencias de investigación en educación ambiental. UPAEP, México.

Kohlberg, L.; Power, F: C. y A. Higgins. 1998. La educación moral. Gedisa. Barcelona.

Lara González J.D. (en proceso). Las Representaciones sociales del desarrollo sustentable en los alumnos de la BUAP. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue.

Lara J.D. y A. Fernández-Crispín. 2007. Influencia de la universidad en la representación social del desarrollo que tienen sus alumnos. II Congreso internacional de Educación Superior para el desarrollo sustentable. San Luis Potosí, México.

Latour B. 1997. Nous n'avons jamais été modernes: Essai d'anthropologie symétrique. La Découverte, Paris 206 pp.

Luna Tenorio K. 2008. Evaluación de conocimientos y actitudes en escolares de 6° año de primaria en el municipio de Puebla. Tesis de licenciatura, Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue. 71 pp.

Maldonado T. 2003. Espacios de Educación Ambiental. SEMARNAT – CECADESU, México. 16 pp.

Pérez A.I. 1999. La cultura escolar en la sociedad neoliberal. Ediciones Morata, España. 337 pp.

Rivera Herrera J. E. 2009. Interacción de los pobladores con la fauna de dos UMA de la mixteca poblana: rancho El Salado y Tlalhuayan San Juan de los Rios. Tesis de licenciatura, Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebl,. Puebla, Pue. 89 p.

Ruiz Pérez V., M. De Niz y A. Fernández. 2008. Un enfoque metodológico para el estudio de la educación ambiental en preescolar. En: Caminos abiertos, UPN. No. 171. 06 de enero de 2008.

Ruiz Pérez V., M. De Niz y A. Fernández-Crispín. (2009) Evaluación de la educación ambiental en el nivel preescolar del municipio de Puebla. pp 53-67 En: J. Guevara y A. Fernández-Crispín (Coords.) Experiencias de investigación en educación ambiental. UPAEP, México.

Ruiz Pérez V. 2008. Evaluación de la Educación ambiental en nivel preescolar en el municipio de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue. 103 p.

Ruíz Pérez V.; A. Fernández-Crispín A. 2008. El agua para los niños de tercero de preescolar del municipio de Puebla, Pue., México. Forum de Sostenibilidad. Cátedra UNESCO 2: 57-66.

Ruiz Primo M. E. y A. Fernández-Crispín. 1994. Análisis general de resultados. En: J. Guevara y A. Fernández-Crispín (Coords.) Conocimientos y actitudes ambientales: evaluación de la educación ambiental en escolares de educación primaria de la ciudad de Puebla. Reporte técnico no publicado, entregado a la Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla, Puebla, Pue.

Torres Romero E. J. y A. Fernández-Crispín. 2003. Análisis del conocimiento, actitudes y conductas que tienen los niños de distintas comunidades del estado de Puebla, hacia los murciélagos. XVII Congreso Nacional de Zoología, Puebla, Pue.

CAPÍTULO

# 10

Edificio de Protocolos del Gobierno del Estado, construcción que data de principios del siglo XX y que ha albergado oficinas del Banco de México, del Gobierno del Estado y de la Tesorería del H. Ayuntamiento. Arte digital basado en una foto de Sonia Silva.

CAPÍTULO 10

# MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL PARA EL USO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

*COORDINADORA:*
*Sonia Emilia Silva Gómez*

## INTRODUCCIÓN

*Sonia Emilia Silva Gómez y José Carlos Pizaña Soto*

El marco jurídico e institucional para el uso y la conservación de la biodiversidad, abarca aspectos socioeconómicos, políticos institucionales, culturales y ecológicos, lo que le confiere complejidad al momento de analizarlo e interpretarlo, más aún porque se incluyen códigos en diferentes niveles de jurisdicción: internacionales, federales, estatales y municipales.

El tema ambiental no sólo está relacionado con los recursos naturales y la biodiversidad, sino también con aspectos como la salud, la educación, la propiedad de la tierra, el desarrollo rural, el derecho de las comunidades indígenas, los asentamientos humanos, el desarrollo urbano y la contaminación del suelo, agua y aire.

Considerando todo lo anterior, en este capítulo se presenta el marco regulatorio referido al manejo y preservación de la biodiversidad en el estado de Puebla, la legislación internacional y nacional en sus tres niveles, marco normativo en lo que corresponde a la federación, a la entidad y a sus municipios, un resumen de los programas y proyectos vigentes, relacionados con el manejo y cuidado de la biodiversidad, así como algunos comentarios de las políticas públicas en uso.

## LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

*Sonia Emilia Silva Gómez, José Carlos Pizaña Soto,*
*Cecilia Leticia Hernández Hernández*

En el Siglo XX, nuestro país se adscribió a una serie de convenios internacionales relacionados con la conservación y el uso responsable de la biodiversidad. Uno de los más importantes y que ha tenido mayor impacto es el Convenio sobre Diversidad Biológica (ONU 1992a), en el que México y sus entidades asumen el compromiso de conservar la biodiversidad, hacer uso adecuado de los recursos biológicos y repartir equitativamente los beneficios de los recursos genéticos, mediante la elaboración y aplicación de una Estrategia Nacional sobre Biodiversidad (SEMARNAP–CONABIO 2000), y de manera local con Estrategias Estatales sobre Biodiversidad. En atención a esto, el gobierno del estado, junto con las entidades académicas, organizaciones de la sociedad civil y otras instituciones, promovió la creación de la Estrategia Estatal de Conservación de la Biodiversidad para el estado de Puebla.

Otro de los convenios que actúan directamente en el Estado, es el de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (ONU 2003), pues a través de este documento se ejecutan distintos proyectos y programas de secretarías de estado y de instituciones académicas en la Sierra Norte y la Mixteca Poblana, con el objetivo fundamental de frenar la erosión mediante barreras vivas y lucha contra los incendios.

En cuanto a los Objetivos del Milenio (ONU 2008), particularmente el séptimo, relativo a tender hacia la sostenibilidad del ambiente, es promovido en el territorio poblano mediante programas y proyectos del Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Es importante la aplicación del Acuerdo Tripartita para la Conservación de Humedales y sus Aves

Migratorias (Agencia de protección ambiental de Canadá *et al.* 1996b), y la aplicación que se centra en este tipo de ecosistemas.

Otros convenios internacionales aplicables a Puebla a través de distintas acciones federales y del gobierno del estado son: la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto (ONU 1992b), el Acuerdo de Cooperación para el Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas, que deriva del Tratado de Libre Comercio de Norte América (Agencia de Protección Ambiental de Canadá *et al.* 1996a); el Convenio de Estocolmo (PNUMA 2005) sobre contaminantes orgánicos persistentes, el Protocolo de Montreal (DOF 2007c), relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; y la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (UNESCO 1982), conocido como RAMSAR.

## LEGISLACIÓN FEDERAL

*Sonia Emilia Silva Gómez, José Carlos Pizaña Soto, Roberto Carlos Sánchez Torres*

La ley superior en México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), de acuerdo al artículo 133, por lo que es indispensable revisar el sistema jurídico ambiental en su conjunto, con las disposiciones que se refieren a esta materia, denominadas bases constitucionales (Brañes 1994).

De esta forma, en la CPEUM se establecen las bases del acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales, la promoción del desarrollo sustentable y la prevención de la contaminación ambiental, así como las normas necesarias para garantizar el derecho de las comunidades indígenas al acceso a la propiedad y a los recursos naturales en los sitios donde la población rural habita (DOF 2009).

Existen diversos artículos relacionados con temas ambientales en la CPEUM; a continuación se enlistan algunos de los más importantes y se describen brevemente, en el Cuadro 10.1.

En México, las principales políticas ambientales se encuentran establecidas por la vía legislativa; la fuente más importante en esta materia son las Leyes Reglamentarias del artículo 27 constitucional. Existen más de cien leyes a nivel federal, de las que se mencionan las que tienen relación con el uso y cuidado de la biodiversidad, y que son aplicables al Estado de Puebla:

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.** Establece los principios de lo que se denomina "Política Ecológica General" (DOF 2007b, Brañes 1994). En el estado de Puebla, esta ley es aplicada por las secretarías federales y estatales, en cada uno de sus lineamientos referidos al uso y protección de la biodiversidad.

- **Ley General de Vida Silvestre.** Instaura los lineamientos que deben observarse para conservar y aprovechar sustentablemente la vida silvestre y su hábitat, cuyo objetivo es establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la nación ejerce su jurisdicción (DOF 2008c). Esta ley se aplica en el Estado de Puebla, por ejemplo, en la conservación de la flora y fauna silvestre de los parques nacionales La Malinche, Izta–Popo-Zoquiapan, Pico de Orizaba y en la Reserva de la Biósfera Tehuacán Cuicatlán; también se aplica en el caso del tráfico de especies silvestres.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.** Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación y el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios (DOF 2003). Esta ley aplica en el estado a través de programas y proyectos realizados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT).

- **Ley de Aguas Nacionales.** Le corresponde regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas, su distribución y control, así como la

**Cuadro 10.1** Artículos relacionados con temas ambientales en la CPEUM

| Artículo | Descripción | Vinculación con el contexto poblano |
|---|---|---|
| Artículo 2º | Esta Constitución reconoce y garantiza el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía para: conservar, mejorar el hábitat y preservar la integridad de sus tierras, en los términos establecidos en esta Constitución. | Para Puebla este artículo adquiere mayor importancia, debido a la superficie y personas dedicadas al sector primario, con un número considerable de habitantes en las zonas rurales, y la población de nueve grupos étnicos (nahuas, popolocas, totonacas, otomíes, mixtecos, huastecos, mazatecos, tepehuas y chochos). |
| Artículo 3º | Se hace referencia al criterio orientador de la educación, en la comprensión de los problemas y el aprovechamiento de los recursos naturales. Las reformas de 1993 incluyen que el Estado promoverá y atenderá todos los tipos y modalidades educativas, basadas en los resultados del progreso científico, que incluyen aspectos relacionados con educación ambiental. | Se aplica mediante programas y proyectos de educación ambiental, formal, informal y no formal, a través del Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). |
| Artículo 4º / párrafo cuarto | Toda persona tiene derecho a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. | Se aplica en el estado de Puebla, a través de programas de reforestación de la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) |
| Artículo 25º | Corresponde al Estado Federal, la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que sea integral y sustentable. | Se aplica en el estado de Puebla mediante la certificación de semillas que realiza la Secretaría de Desarrollo Rural, por ejemplo. |
| Artículo 26º | Habrá un Plan Nacional de Desarrollo (PND) al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal. El PND incluye un apartado respecto al desarrollo sustentable. | El apartado acerca de desarrollo sustentable también aparece en los Planes de Desarrollo del Estado de Puebla y de sus municipios. Éstos contemplan, en el caso del uso y cuidado de la biodiversidad, la conservación de los parques y jardines de las ciudades. |
| Artículo 27º | Registra que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponden originariamente a la nación, así como el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos. | Es la base del contenido de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente federal y también la base, para la ley del estado de Puebla, referida al mismo tema. |
| Artículo 39º | Se refiere a la soberanía nacional que se contempla en la toma de decisiones, para el uso y manejo de los recursos naturales. | En Puebla, al ser el gobierno de esta entidad el que dispone en su territorio respecto de cuáles especies se explotarán y de qué manera. |
| Artículo 73º | Contiene que entre las facultades del Congreso está llevar a cabo medidas tendientes a prevenir y combatir la contaminación ambiental. | En Puebla aplica cuando los abióticos son degradados y contaminados, por ejemplo el suelo y el agua de la subcuenca del Río Nexapa y de la Presa Avila Camacho, y como consecuencia son afectadas la flora y la fauna, como las hortalizas que en esa región del Río Nexapa se cultivan, y los peces de la Presa que ahí habitan. |
| Artículo 115º | Se refiere a que el municipio debe decidir sobre el manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales, entre otras tareas. | Se aplica en Puebla, al ser sus 217 municipios los que han dispuesto las formas de colecta de sus residuos, los lugares dónde colocarlos, su manejo y la administración del sistema de limpia, tomando en cuenta las afectaciones a la población humana cercana a los tiraderos a cielo abierto o rellenos sanitarios, y las afectaciones a los factores abióticos y bióticos. |

preservación de su cantidad y calidad (DOF 2008b). Esto aplica en el estado de Puebla y en sus municipios, mediante los programas de control en la perforación y explotación de pozos, de la Secretaría de Desarrollo Rural, mediante los programas de la Comisión Nacional del Agua y de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, de los Sistemas Operadores de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de los municipios, y en algunas poblaciones, a través de los comités locales de agua. En algunos foros poblanos se habla de definir como primera función del agua, la supervivencia de los ecosistemas y no solo priorizar las funciones de la satisfacción de las necesidades humanas.

- **Ley Agraria.** Se refiere al tipo de régimen de la tierra, que es fundamental para definir la forma y característica de la gestión ambiental. La experiencia mundial ha demostrado que formas de acceso abierto o poco claro en el tipo de tenencia, trae como consecuencia circunstancias que propician el uso irracional y la destrucción de los recursos, con su consecuente desaparición; la definición clara de los derechos ayuda a establecer con mayor facilidad y claridad el reparto equitativo de los beneficios de la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad (DOF 2008a). En el estado de Puebla, esta ley aplica a través de los proyectos de ordenamiento territorial.

- **Ley General de Desarrollo Rural Sustentable** (DOF 2007a). Es aplicada en el estado a través de las actividades desarrolladas por la Secretaría de Desarrollo Rural y los distritos o regiones en las que esta Secretaría reconoce al territorio poblano como diverso en sus ecosistemas. El objetivo de la aplicación de esta ley en la entidad poblana es planear las actividades agrícolas, pecuarias, de pesca y de recolección de productos maderables y no maderables.

De las zonas ecológicas de México registradas según Challenger (1998), Puebla cuenta con cuatro: subtropical húmeda, templada húmeda y subhúmeda, y semidesértica, por lo que el cuidado y manejo de las especies de flora y fauna requiere de la aplicación de los reglamentos federales, tales como: la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la de Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto, y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. Las Leyes antes descritas se aplican por las distintas Secretarías Federales y Estatales, mediante el desarrollo de proyectos y programas en la entidad poblana.

## Normas oficiales mexicanas

*Sonia Emilia Silva Gómez, Roberto Carlos Sánchez Torres, José Silvestre Toxtle Tlamani*

El Estado de Puebla suma 20 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que se relacionan con el uso y cuidado de la biodiversidad (DGN 2002) (Cuadro 10.2).

**Cuadro 10.2** NOMs relacionadas con el uso y protección a la biodiversidad aplicables en Puebla

| NOM | Establece: | Son aplicables en el estado de Puebla |
|---|---|---|
| NOM-005-SEMARNAT-1997 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. | En las regiones rurales de la Sierra Nororiental, Sierra Norte y Mixteca (Gobierno del Estado de Puebla, 2008) principalmente, y otras regiones poblanas donde se localizan o se cultivan especies para alimentación y jarcería (elaboración y comercio de los objetos de fibra vegetal), medicinales y ornamentales, o especies que sirven como materia prima para la industria y cosmetología, y como fuente de energía. |
| NOM-005-SEMARNAT-1997 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hojas de palma. | |

*Continúa cuadro 10.2*

| NOM | Establece: | Son aplicables en el estado de Puebla |
|---|---|---|
| NOM-007-SEMARNAT-1997 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. | En las regiones rurales de la Sierra Nororiental, Sierra Norte y Mixteca (Gobierno del Estado de Puebla, 2008) principalmente, y otras regiones poblanas donde se localizan o se cultivan especies para alimentación y jarcería (elaboración y comercio de los objetos de fibra vegetal), medicinales y ornamentales, o especies que sirven como materia prima para la industria y cosmetología, y como fuente de energía. |
| NOM-008-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de cogollos, que son partes interiores, más apretadas y tiernas de algunas hortalizas, como la lechuga. | |
| NOM-010-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. | |
| NOM-011-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo (*Polytrichum* spp.), heno (*Tillandsia* spp.), doradilla o siempre viva (*Selaginella* spp.). | |
| NOM-012-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico. | |
| NOM-013-SEMARNAT-1997 | La regulación sanitaria de la importación de árboles de navidad naturales de las especies *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, y del género *Abies*. | |
| NOM-018-SEMARNAT-1999 | Los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla (*Euphorbia* spp.); también establece los procedimientos de transporte y almacenamiento del cerote, que es un subproducto no maderable, proveniente de la candelilla. | |
| NOM-019-SEMARNAT-1999 | Los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. | |
| NOM-020-SEMARNAT-2001 | Los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos silvo pastoriles. | |
| NOM-023-SEMARNAT-2001 | Las especificaciones técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de los suelos. | |
| NOM-025-SEMARNAT-1995 | Las características que deben de tener los medios de marqueo de la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control. | |
| NOM-026-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de resina de pino *(Pinus pinaster)*. | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 10.2*

| NOM | Establece: | Son aplicables en el estado de Puebla |
|---|---|---|
| NOM-027-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. | En las regiones rurales de la Sierra Nororiental, Sierra Norte y Mixteca (Gobierno del Estado de Puebla, 2008) principalmente, y otras regiones poblanas donde se localizan o se cultivan especies para alimentación y jarcería (elaboración y comercio de los objetos de fibra vegetal), medicinales y ornamentales, o especies que sirven como materia prima para la industria y cosmetología, y como fuente de energía. |
| NOM-028-SEMARNAT-1996 | Los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal. | |
| NOM-059-SEMARNAT-2001 | Las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. | |
| NOM-061-SEMARNAT-1994 | Las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. | |
| NOM-062-SEMARNAT-1994 | Las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios. | |
| NOM-120- SEMARNAT -1997 | Las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. | |

## LEGISLACIÓN ESTATAL

*Sonia Emilia Silva Gómez*

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla establece en su artículo 121 que el Estado vigilará las reglas para conservar un medio ambiente sano y favorable a sus habitantes. Por otra parte, se creó la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN), mediante decreto del 4 de marzo de 2005, ahora llamada Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT).

En este apartado se presentan acuerdos y leyes adaptados a la situación socioeconómica y ecogeográfica de Puebla, derivados de la normatividad nacional, e incluso mundial.

### Acuerdos estatales

Los acuerdos relacionados con la operación y administración de proyectos y programas en la entidad poblana, tendientes al cuidado y mejor manejo de factores abióticos y bióticos, se encuentran en la página electrónica del gobierno del estado , en un apartado especial, donde se registran aspectos en materia ambiental y en legislación ambiental. Éstos son:

- Acuerdo modificatorio que establece los Lineamientos de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la entidad poblana.
- Acuerdo del Secretario del Medio Ambiente y Recursos Naturales, por el cual expide los Lineamientos de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2008.
- Ambos acuerdos son llevados a cabo mediante la actuación de la SEMARNAT y de la CONAFOR en sus delegaciones poblanas, y de la SSAOT, realizando proyectos de forestación y reforestación, y de organización de pobladores rurales para que vigilen los bosques.

**Figura 10.1** Catedral de Puebla (Foto: Roberto Carlos Sánchez Torres).

## Leyes estatales

*Sonia Emilia Silva Gómez*

La problemática ambiental a nivel mundial y de México coincide en dar prioridad al tratamiento de tres grandes dificultades: la contaminación atmosférica, la escasez y contaminación del agua y la pérdida de la biodiversidad. En Puebla también aplica este orden de prioridad, al diseñar proyectos y programas que incluyen actividades de forestación y reforestación, el mejor manejo y disposición de desechos, la recuperación de mantos acuíferos y su descontaminación, y el cuidado de la biodiversidad. Por consiguiente se aplican en Puebla las leyes que se registran en el Cuadro 10.3.

# PROGRAMAS ESTATALES, REGIONALES O LOCALES PARA LA PROTECCIÓN DE ESPECIES

*Sonia Emilia Silva Gómez*

*José Silvestre Toxtle Tlamani*

Debido a la situación geográfica del estado de Puebla y a su colindancia con los estados de Hidalgo, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal, toda la región constituye "una gran ciudad", donde se concentra un tercio de la población del país y se concentran actividades de los tres sectores: primario, secundario y terciario, que se relacionan con la explotación de los recursos naturales.

**Cuadro 10.3** Leyes y decretos de Puebla, aplicables al manejo y protección de la biodiversidad

| Leyes | Fecha de expedición y/o de publicación y objetivo |
|---|---|
| De desarrollo forestal sustentable del Estado de Puebla | Con fecha de publicación 26–06–2006. Tiene por objeto contribuir al desarrollo del estado mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, de las cuencas y sistemas hidrológicos forestales, que albergan a la flora y fauna. |
| De protección a los animales para el Estado libre y soberano de Puebla | Expedida el 7 de enero de 1983. Son objeto de tutela y protección de esta ley los animales domésticos, así como las especies silvestres mantenidas en cautiverio. |
| De protección al ambiente y al equilibrio ecológico del Estado de Puebla | Publicada el 22 de noviembre de 1991. Tiene por objetos: definir la política y el ordenamiento ecológicos, la preservación, conservación y restauración del equilibrio, la protección de las áreas naturales y de la flora y fauna silvestre y acuática de jurisdicción local, la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; y la coordinación entre las diversas dependencias, entidades y grupos sociales. |
| Para la protección del ambiente natural y el desarrollo sustentable del Estado de Puebla | Publicada el 18 de septiembre de 2002. Tiene por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. |
| Decreto que crea la Comisión Estatal Forestal y de la Fauna Silvestre | Publicado el 3 de enero de 2001. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, manejo, cultivo y producción de los recursos naturales del estado, a fin de propiciar el desarrollo sustentable. |

Las instituciones federales cuya gestión atañe al uso y protección de la biodiversidad, junto con los organismos del gobierno del estado, implementan diversos planes, programas y proyectos encaminados al cumplimiento de la legislación y el desarrollo sustentable.

Los programas específicos al año 2010 de las delegaciones de las secretarías de estado y organismos afines, así como de la entonces Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla (SMRN), se resumen en el Cuadro 10.4.

El Plan Estatal de Desarrollo 2011–2017 (Gobierno del Estado de Puebla 2011) contempla el impulso de estrategias para gases de efecto invernadero. Asimismo, establece que el desarrollo regional debe ser sustentable, ecológicamente sostenible y no comprometer el patrimonio natural.

El gobierno del estado de Puebla identifica como prioritarios en la temática ambiental, los rubros relacionados con: aire, recursos forestales, agua, residuos, educación, impacto y riesgo, legislación, gestión con organizaciones no gubernamentales, verificación vehicular, inspección y vigilancia, áreas naturales protegidas, ordenamiento ecológico y red de monitoreo ambiental.

Los programas vigentes que se encuentran directamente relacionados con la biodiversidad del estado son:

- El forestal, que comprende diez programas de desarrollo forestal; uno en ocurrencias de incendios y otro en tala clandestina.
- Impacto y riesgo, con programas de prevención de contaminación de los recursos bióticos y abióticos, con el objetivo de evitar el deterioro de los recursos naturales.
- Inspección y vigilancia, encargada de cuidar el cumplimiento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural.
- Parque Flor del Bosque, que posee diversas actividades, como recreación, sensibilización de la población y muestra de actividades para el manejo de recursos y desechos.
- Ordenamiento ecológico, con programas de planeación del uso del suelo, de acuerdo a sus características bióticas.

**Cuadro 10.4** Programas vigentes al 2010 en el estado de Puebla, para la protección de especies y temas afines

| Programas | Regionales | Estatales | Locales |
|---|---|---|---|
| Pro Árbol | CONAFOR | | |
| Forestal y suelos | SEMARNAT | | SGUOP |
| Impacto y riesgo ambiental | SEMARNAT | | APADS |
| Materiales y actividades riesgosas | SEMARNAT | | |
| Calidad del aire | SEMARNAT | | |
| Licencia ambiental única | SEMARNAT | | |
| Vida silvestre | SEMARNAT | CONANP | |
| Pueblos indígenas y medio ambiente | SEMARNAT | | |
| Registro de unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) | SEMARNAT | | |
| Educación ambiental para la sustentabilidad | SEMARNAT | | APADS |
| Ordenamiento ecológico local | SEMARNAT | | APADS |
| Desarrollo forestal | CONAFOR | SMRN | |
| Residuos | | SMRN | OOSLP |
| Educación ambiental | SEMARNAT | SMRN | APADS |
| Impacto ambiental | SEMARNAT | SMRN | APADS |
| Ordenamiento ecológico | | | SMRN |
| Agua | | SMRN | SOAPAP |
| Programa de certificación* | PROFEPA | | |
| Comités de vigilancia | | PROFEPA | PROFEPA / APADS |
| Denuncia pública | PROFEPA | | APADS |
| Componente agua potable, alcantarillado y saneamiento | CONAGUA | CONAGUA | CONAGUA / SOAPAP |
| Componente hidro-agrícola. Certificación de semillas. Producción de especies nativas | CONAGUA | SDR | SDR |
| Áreas verdes urbanas | | | APADS |
| Reforestación y forestación | SEMARNAT | SMRN | |

**Residuos, agua, suelo, programa nacional de auditoría ambiental.*
***APADS:*** *Agencia de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable (municipio de Puebla)*
***CONAFOR:*** *Comisión Nacional Forestal*
***CONAGUA:*** *Comisión Nacional del Agua*
***OOSLP:*** *Organismo Operador del Servicio de Limpia del Municipio de Puebla*
***PROFEPA:*** *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*
***SDR:*** *Secretaría de Desarrollo Rural (Estado de Puebla)*
***SEMARNAT:*** *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Federal)*
***SGUOP:*** *Secretaría de Gestión Urbana y obra Pública*
***SMRN:*** *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Estado de Puebla)*
***SOAPAP:*** *Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla*

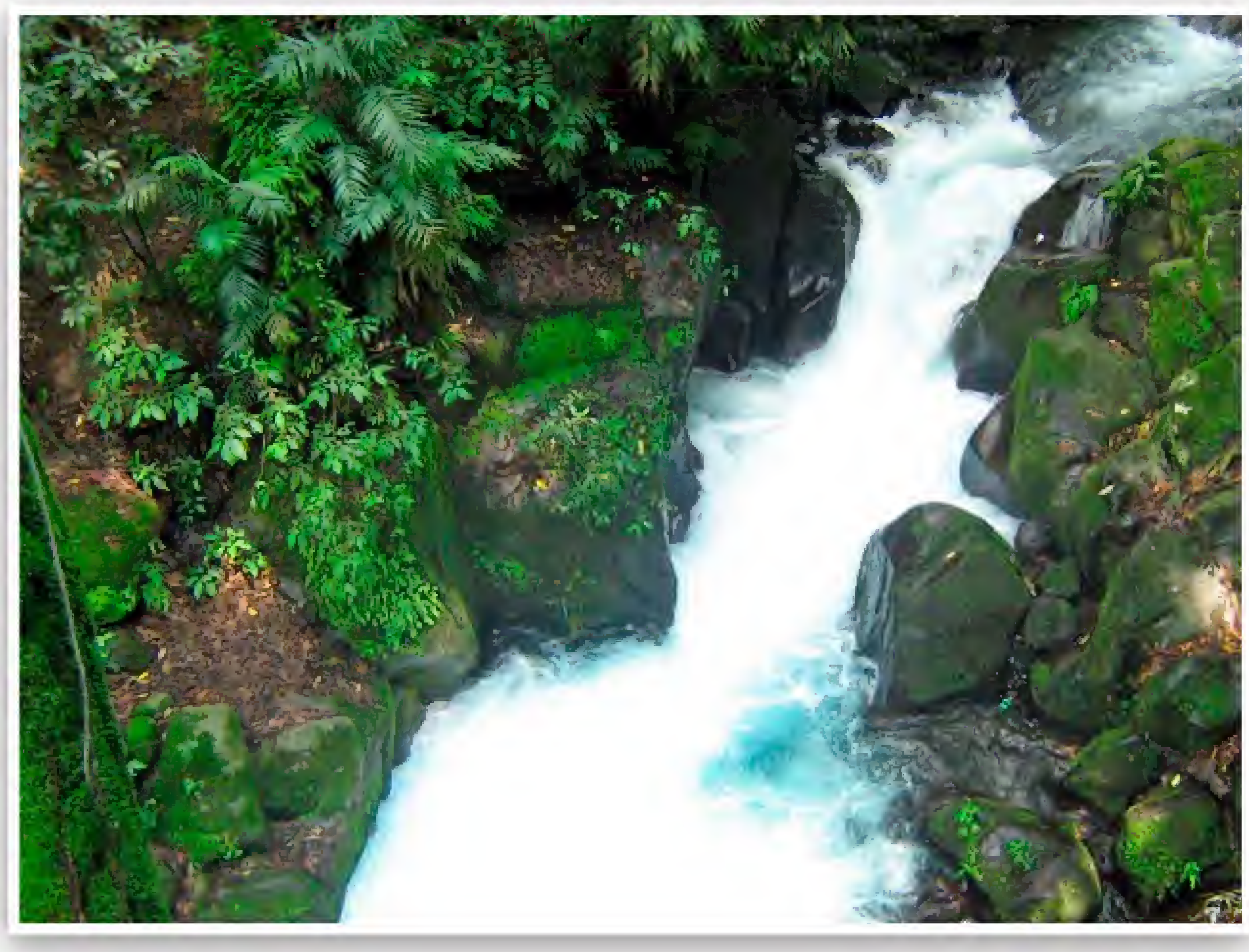


**Figura 10.2** Cascada Cuetzalan (Foto: Roberto Carlos Sánchez Torres).

En estos planes, programas y proyectos también participan las instituciones de educación superior, públicas y privadas, que han desarrollado proyectos relacionados con temáticas tales como: inventarios, caracterización y conservación de flora y fauna, aprovechamiento y manejo racional de recursos naturales, descontaminación de cuerpos de agua y de suelos, zonificación agroecológica, educación ambiental e innovaciones tecnológicas. Entre las instituciones que destacan están las siguientes: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto Tecnológico Regional de Puebla, universidades tecnológicas de distintos lugares del estado, Universidad Popular del Estado de Puebla, Universidad de las Américas, Universidad Iberoamericana, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas y la Universidad del Desarrollo.

Las 42 organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades que trabajan en el Estado de Puebla se encuentran agrupadas en ejes temáticos tales como educación ambiental (15), recreación (4), producción (3), capacitación y asesoría (2), participación de la ciudadanía en proyectos para el cuidado de la biodiversidad (8), preservación de alguna especie (3) y desarrollo de alguna actividad específica tendiente a la resolución de la problemática ambiental (7).

En Puebla se cuenta, además, con la participación de dieciocho centros nacionales de investigación y diecisiete organismos internacionales que realizan algunas tareas relacionadas con la biodiversidad. La información se encuentra en las páginas electrónicas del gobierno del estado y del Ayuntamiento poblano.

Estudio de caso 10.1

## Legislación municipal Municipio de Puebla

*Sonia Emilia Silva Gómez, José Silvestre Toxtle Tlamani e Hiram Méndez Crisanto*

Existe el Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Puebla, que tiene por objeto el ordenamiento ecológico, establecer zonas intermedias de salvaguarda, parques, áreas naturales, zonas sujetas a conservación ecológica y jardines botánicos, y prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo.

Además, el Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (Honorable cabildo del municipio de Puebla, 2008) compila las disposiciones de carácter municipal que rigen dentro del mismo; de éste, el capítulo 26 "de desarrollo sustentable en materia ecológica y protección al ambiente natural del municipio de Puebla", establece en su artículo 1 712 que el objeto de este ordenamiento es fundar la normatividad ambiental en el municipio , definiendo los principios mediante los que se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación, procurando la preservación, protección y restauración del equilibrio natural, el mejoramiento del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

Dentro del municipio y de conformidad con otro artículo del Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (COREMUN), el artículo 1 713, se considera de orden público e interés social el establecimiento de medidas de control y seguridad que tengan como objeto prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo, y la protección de la flora y fauna silvestre, por lo que se debe regular la responsabilidad por daños al ambiente y establecer mecanismos adecuados para garantizar el equilibrio ecológico de los ecosistemas existentes.

El COREMUN, en el artículo 1 717, instaura como atribuciones del H. Ayuntamiento el establecer los principios conducentes para conservar, proteger y vigilar los recursos flora y fauna en el ámbito de su jurisdicción y competencia, favoreciendo su aprovechamiento y uso racional, y procurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, rastros, mercados, centrales de abasto, panteones, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o al Estado. También menciona el artículo 1 717 coadyuvar en coordinación con las autoridades federales y estatales y con las demás instancias competentes, en la vigilancia y cumplimiento de las normas ofíciales mexicanas para el control de la contaminación del aire, agua y suelo, así como de las normas establecidas para la protección de la flora y fauna silvestre y/o acuática.

### Acciones vigentes en el municipio de Puebla, para la protección de especies y temas afines

Si bien el H. Ayuntamiento poblano no tiene registrados programas como tales, sí se desarrollan proyectos y se llevan a cabo acciones vinculadas a la temática de los programas regionales y estatales, tales como: impacto y riesgo ambiental, calidad del aire, ordenamiento ecológico local, residuos, educación ambiental para la sustentabilidad, agua potable, alcantarillado y saneamiento, áreas verdes urbanas, forestación y reforestación, inspección y vigilancia, denuncia pública, mismos que se citan en el Cuadro 10.4.

Estudio de caso 10.2

## Análisis de políticas públicas

*Sonia Emilia Silva Gómez e Hiram Méndez Crisanto*

Puebla cuenta con un Consejo Estatal de Ecología que tiene como objetivo establecer mecanismos de concertación con la sociedad y promover la coordinación con los demás niveles de gobierno. El Consejo Estatal de Ecología trabaja para identificar acciones para la preservación de ecosistemas, impulsa la participación de los sectores académico, privado, social y público, y apoya las bases para actualizar la política ambiental estatal.

En la entidad se diseñó y puso en marcha el Programa Estatal de Descentralización de la Gestión Ambiental del Estado de Puebla, que tiene entre sus programas y proyectos los que se citan a continuación: residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, impacto ambiental, sistema estatal de áreas naturales protegidas, programa de desarrollo institucional ambiental, difusión ecológica, unidades de manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, verificación vehicular, revisión industrial y de servicio, y monitoreo atmosférico y mejoramiento de la calidad del aire de la zona metropolitana del Valle de Puebla.

Se logró formar la Comisión Estatal Forestal y de la Fauna Silvestre para que opere con la participación de las instituciones oficiales, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil que habita más cerca de los bosques y de las especies silvestres.

La experiencia que han dejado los proyectos, programas y planes a distintos niveles de gobierno, llevados a cabo en instituciones de educación y en organizaciones no gubernamentales, muestran que las acciones en torno al manejo y protección de la biodiversidad deben ir más allá de actividades con límites de los municipios; es de suma importancia establecer mayor número de proyectos intermunicipales, tomando en cuenta zonas ecológicas, biorregiones y microcuencas.

Por otra parte, la normatividad ambiental necesita de un vínculo mayor con el derecho penal, que permita de manera justa sancionar las acciones en contra de la biodiversidad.

Son urgentes los análisis integrales que incluyan distintas variables, como el estudio de las actividades económicas e industriales, que han mostrado que a corto plazo están afectando a la biodiversidad.

También es necesario promover la especialización de licenciados en derecho o de redes académicas que traten la problemática de pérdida de la biodiversidad, y no sólo dejar esta temática como responsabilidad de biólogos y naturalistas, entre otros.

## LITERATURA CITADA

Agencia de protección ambiental de Canadá, Estados Unidos Mexicanos y Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de los Estados Unidos de América. 1996a. Acuerdo de Cooperación para la Conservación de la Vida Silvestre y los Ecosistemas. Servicio de vida silvestre de Canadá - Secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca de México - Servicio de pesca y vida silvestre de Estados Unidos de América. 6 p.

Agencia de protección ambiental de Canadá, Estados Unidos Mexicanos y Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de los Estados Unidos de América. 1996b. Acuerdo Tripartita para la Conservación de Humedales y sus Aves Migratorias. Oaxaca, México. 7 p.

Brañes, Raúl. 1994. Manual de Derecho Ambiental Mexicano, Fundación para la Educación Ambiental, Fondo de Cultura Económica, México. 186 p.

Challenger, Antony. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. México. CONABIO – Instituto de Biología, UNAM – Agrupación Sierra Madre, S. C. 823 p.

Dirección General de Normas (DGN). 2002. Catálogo mexicano de normas. Secretaría de Economía. México. 783 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. DOF, 25 de febrero de 2003. 26 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007a. Ley General de Desarrollo Rural Sustentable. DOF, 7 de diciembre de 2001. Última reforma publicada en el DOF el 2 de febrero de 2007. 46 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007b. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. DOF, 28 de enero de 1998. Última reforma publicada en el DOF el 5 de julio de 2007. 54 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007c. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Decreto Promulgatorio de la Enmienda de - Beijing que Modifica el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, adoptada el tres de diciembre de mil novecientos noventa y nueve por la XI Conferencia de las Partes. 6 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2008a. Ley Agraria. DOF el 26 de febrero de 1992. Última reforma publicada DOF 17-04-2008. 62 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2008b. Ley de Aguas Nacionales. DOF el 1° de diciembre de 1992. Última reforma publicada DOF 18-04-2008. 61 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2008c. Ley General de Vida Silvestre. DOF, 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 14 de octubre de 2008. 37 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2009. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, texto vigente de la última reforma publicada DOF 04-05-2009. 86p.

Gobierno del Estado de Puebla. 2008. Plan estatal de desarrollo 2005 – 2010 Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla (COPLADEP). 12 p.

Honorable Cabildo del Municipio de Puebla. 2008. Código Reglamentario Municipal (COREMUN). Periódico Oficial del Estado de Puebla 31 de diciembre de 2004, última reforma publicada POEP 31-07- 2008. 383 p.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992a. Convenio sobre diversidad biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992. 34 p.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992b. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, Naciones Unidas. Res. No. 182-98 Gaceta Oficial No. 9986. Fecha 18 de junio, 1998, el Protocolo de Kyoto Gaceta Oficial 10099 del 15 de agosto del 2001. 25 p.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2003. Convención de lucha contra la desertificación y la sequía. 31 de octubre de 2003. Folleto. 14 p.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2008. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Secretaria General de la ONU. 7 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO 1982). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas RAMSAR, 2.2.1971 Modificada según el protocolo de París, 3.12.1982. Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales de la UNESCO. 7 p.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 2005. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. Secretaría del Convenio de Estocolmo y la Unidad de Información para Convenios del PNUMA en abril de 2005. 42 p.

Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2000. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad. México. México. 103 p.

CAPÍTULO

# 11

Paisaje rural en San Juan Raya, Puebla.
Foto: Miguel Ángel Sicilia / Banco de imágenes de CONABIO.

CAPÍTULO 11

# GESTIÓN AMBIENTAL

*COORDINADOR:*
*Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

## INTRODUCCIÓN

*Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

En este capítulo se realiza un análisis sobre las capacidades de las instituciones de los sectores público, privado, académico y ONG's, respecto de la gestión para el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Se presentan las principales acciones y tareas realizadas y/o programadas por los diferentes sectores. En el primer sector, el público, se toma en cuenta acciones de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. En el segundo, el privado, se hace mención especial de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) y la Unión de Ejidos Forestales de la Sierra Norte. En el tercer sector, el académico, se toma en cuenta básicamente la oferta educativa en materia ambiental y los proyectos de investigación relacionados, de las instituciones de educación superior (Universidades y Tecnológicos). El cuarto sector lo representan las Organizaciones no Gubernamentales (ONG's), donde muchas actividades se realizan a través del Consejo Estatal de Ecología y otros organismos.

En todos los casos se trata de manifestar la importancia de la biodiversidad del estado de Puebla, la participación pública y ciudadana, así como los esfuerzos intersectoriales, tomando en cuenta los proyectos y programas establecidos por las diferentes organizaciones. Se plantean las oportunidades y riesgos en el desarrollo de mercados verdes, que son herramientas para el control y manejo de la oferta y la demanda de especies de la vida silvestre, así como de tendencias y prospectivas sobre la investigación, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres para conservar la biodiversidad del estado.

## SECTOR PÚBLICO

*Blanca Cantú Montemayor, Beatriz Herrera López, José Carlos Pizaña Soto, Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

El sector público está representado por las secretarías de estado federales y estatales que interactúan a través de convenios de colaboración para el desarrollo de programas ambientales y que son financiados a través de fondos mixtos entre las dependencias, llegando en algunos casos a tener participación de entidades municipales. Uno de los convenios de colaboración más importantes en este sentido es el establecido entre la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal (SEMARNAT-CONAFOR) y el Gobierno del estado de Puebla a través de la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT), y que impulsa el programa ProÁrbol. Este programa es considerado como el más importante del sector forestal, por parte de las administraciones federales y estatales. Tiene como objetivo general impulsar el desarrollo forestal y la conservación de la vida silvestre, con prioridad en los municipios reconocidos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) como los de mayor índice de marginación en Puebla. Pro Árbol es un programa que ha integrado eficacia y equidad en la entrega y ejercicio de los recursos económicos, ya que otorga apoyo financiero, asistencia técnica y asesoría, que están sujetos a claras reglas de operación. Sus objetivos particulares son:

- Disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales, mediante la inducción a un manejo y uso adecuado de sus recursos naturales.
- Generar desarrollo y expansión económica a partir de la valoración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos de los bosques, selvas y matorrales xerófilos.

**Figura 11.1** Hembra de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) "Bienes Comunales de Santa Cruz Nuevo", Municipio de Totoltepec de Gro. (Foto: Oscar Agustín Villarreal Espino Barros).

- Impulsar la planeación y organización forestal, elevar la producción y productividad de los recursos forestales, su conservación y restauración, así como elevar el nivel de competitividad del sector para contribuir a mejorar la calidad de vida de los mexicanos.

En este sentido, las regiones más favorecidas en el estado han sido la Sierra Norte, la Sierra Nororiental y la Sierra Negra, además del Parque Nacional Ixta-Popo y la Malinche, en cuanto a programas forestales; y la región Mixteca en las actividades cinegéticas, donde el animal silvestre más aprovechado es el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Figura 11.1), de la subespecie *mexicanus* (Villarreal 2006).

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) basa la conservación de la biodiversidad en tres ejes principales: forestal, suelos y vida silvestre, y tiene como objeto regular el fomento a la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y otros recursos, a fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Entre sus principales instrumentos están:

1. La Planeación del Desarrollo Forestal
2. El Sistema de Información Forestal
3. El Inventario Forestal y de Suelos
4. La Zonificación Forestal
5. El Registro Forestal Nacional
6. Las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Forestal

## El sistema de gestión forestal

La SSAOT (antes SMRN) a través de diferentes programas estatales impulsa el establecimiento de viveros para la producción de diversas especies forestales,

algunas de gran valor comercial y otras con fines de reforestación; brinda facilidades para el transporte, reparto y plantación de las mismas en diferentes regiones de la entidad; apoya en el mantenimiento y saneamiento forestal, provee del pago de servicios ambientales a los poseedores de los recursos naturales, implementa sitios de investigación silvícola y un banco de germoplasma, fortalece UMA's y lleva a cabo acciones de monitoreo de la vida silvestre, todo ello con el objetivo de conservar, aprovechar y usar de manera sustentable la biodiversidad del Estado.

En relación a la vida silvestre, la SEMARNAT tiene como objeto regular el fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio estatal, incluidas las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que establece la protección ambiental de especies nativas mexicanas de flora y fauna silvestres, bajo categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio en la lista de especies en riesgo. Comprende a los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como las especies ferales.

Por otra parte, el gobierno del estado, por medio de la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR) y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), impulsaron en el 2007 la creación del Sistema Producto denominado Ganadería Diversificada, siendo Puebla el primer estado que impulsó esta cadena productiva. Este sistema reconvierte la producción ganadera y silvícola a través de la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre y su hábitat, por medio de las actividades cinegéticas y ecoturísticas. La región más importante en este sentido es la Mixteca (Figura 11.2) y en menor medida la Sierra Nororiental; el programa ha sido evaluado por medio de una matriz Presión-Estado-Respuesta (PER) (Cuadro 11.1). Participaron el

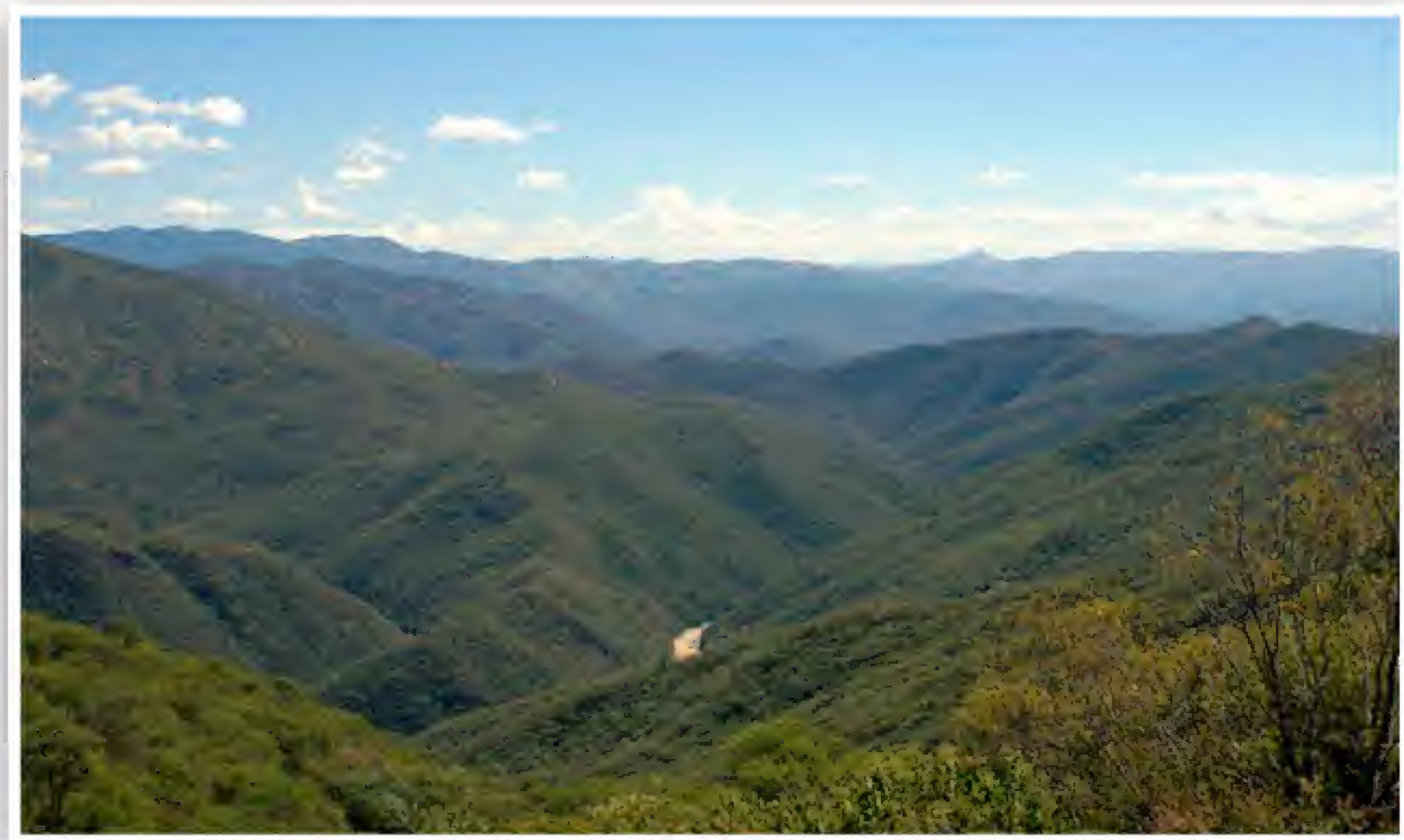


**Figura 11.2** Cerriles con selva baja caducifolia (bosque tropical caducifolio) del Municipio de Chiautla, en la región Mixteca (Foto: Oscar Agustín Villarreal Espino Barros).

**Cuadro 11.1** Evaluación del Sistema Producto Ganadería Diversificada en la Mixteca Poblana

| Variables | Elemento | Indicador | Período o años | Efectos |
|---|---|---|---|---|
| Población de venados | Crecimiento | Densidad poblacional | Antes | Desconocido |
| | | | Después | Estimado |
| Hábitat | Componentes | Evaluación y mejoramiento | Antes | Desconocido |
| | | | Después | Evaluado |
| Alimentación de venados | Fitomasa | Capacidad de carga | Antes | Desconocido |
| | | | Después | Evaluado *in situ* |
| | Dieta del venado | Diversidad | Antes | Desconocida |
| | | | Después | 139 especies |
| Producción de trofeos | Aprovechamiento | Tasa de cosecha | Antes | Ilegal |
| | | | Después | Legal |
| Nitrógeno en el ecosistema | Uso del Nitrógeno | Reciclaje de Nitrógeno | Antes | Sin evaluar |
| | | | Después | Evaluado |
| Uso de la tierra | Extensión | Superficie (ha) | 2000 | 14 423.92 ha |
| | | | 2007 | 72 710.02 ha |
| Biodiversidad | Conservación en las UMAS | Número de predios | 2000 | 13 predios |
| | | | 2007 | 72 predios |
| Desarrollo Regional | Municipios | Número | 2000 | 13 |
| | | | 2007 | 35 |
| Desarrollo socio-económico | Generación de empleos permanentes | Incremento por cada 1 000 ha de operación | Antes | Sin empleos |
| | | | Después | 1-2 Empleos |
| Información y participación | Actividades de capacitación y toma de decisiones | Plan de manejo de UMAS | Antes | Inexistente |
| | | | Después | 72 |
| Convenios y eventos | Instituciones gubernamentales y BUAP | Realización de eventos | Antes | Inexistente |
| | | | Después | Dos |
| | Torneos de caza deportiva | Realización del Súper Slam y otros torneos | Antes | Inexistente |
| | | | Después | Dos |

*Fuente: Villarreal, O.; J. E. Hernández; F. J. Franco; T. Barrera; B. Aguilar; L. C. Camacho. 2008.*

sector público a nivel federal y estatal, los productores, representados por las Uniones Ganaderas del Estado de Puebla, y por el académico, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y varias ONG's (Villarreal *et al*. 2008 a).

Otra propuesta fundamental de la SDR son los "Agronegocios" donde se busca, con carácter preventivo y en función de las condiciones agroecológicas, el desarrollo sustentable en regiones marginadas y zonas indígenas, frecuentemente afectadas por fenómenos climatológicos adversos que inciden en una disminución de la productividad, mediante la reconversión productiva hacia sistemas de producción sustentables, como alternativa para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales locales, impulsando el desarrollo de proyectos integrales. Además se identificaron un total de 260 especies de plantas y animales que son utilizados como alimento en el estado (SDR 2007); ejemplo de ello es, desde el uso de las plantas medicinales, hasta las actividades cinegéticas y turismo de naturaleza. En el 2008 el gobierno de Puebla, a través de la SDR, fortaleció a las UMAs (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) en acciones para el mejoramiento del hábitat, captación de agua y vigilancia a través de la policía estatal, para atender las actividades de la caza ilegal y la sustracción de fauna. Otras actividades de la SDR tienen que ver con atender las afectaciones por plagas y con ello reducir el uso de agroquímicos; de esta forma se impulsó el uso de insectos benéficos, logrando con ello reducir los niveles de contaminación en los cultivos sin afectar la biodiversidad. Además, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Puebla realiza labores de cloración y monitoreo bacteriológico continuamente, con el objeto de disminuir microorganismos patógenos que afectan a la población humana y a los animales domésticos y silvestres.

La Secretaría de Turismo (SECTUREP), dependiente del gobierno del estado , ha instrumentado el "Plan Estatal de Turismo de Naturaleza", como estrategia estatal para el aprovechamiento de la biodiversidad, teniendo la perspectiva turística desde el punto de vista económico ya que es una actividad que genera progreso. El turismo alternativo o ecológico, visto bajo el enfoque social, es un fenómeno que a través del desplazamiento de las personas provoca procesos de interacción incluso antes de iniciar el viaje, durante y después del mismo, tomando en cuenta aspectos sociológicos, como el tratarse de una actividad de ocio que otorga al ser humano en la mayoría de los casos oportunidad de crecimiento y desarrollo personal y, antropológicos, ya que provee la oportunidad de aprendizaje y sensibilización sobre su cultura, además de las que conoce a través del viaje. Así, el turismo, desde cualquier perspectiva, resulta ser siempre una actividad compleja, que debe ser planificada para evitar los desastres económicos, sociológicos o antropológicos (SECTUREP, 2007).

## SECTOR PRIVADO

*Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

*José Carlos Pizaña Soto*

La importancia del sector privado se manifiesta básicamente en el "sector primario" principalmente en las actividades productivas que conservan los recursos naturales tanto renovables como no renovables. En este aspecto destacan la Unión de Ejidos Forestales de la Sierra Norte de Puebla y en particular la Unión de Ejidos Forestales de Chignahuapan, que dentro de sus actividades productivas y de conservación de los recursos forestales, durante el año 2008 llevaron a cabo el Primer Foro Forestal Chignahuapan. También destaca la Asociación Regional de Silvicultores de la Mixteca Poblana, A. C., que está conformada por ganaderos y ha desarrollado el aprovechamiento de la fauna silvestre regional, principalmente el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en UMA's extensivas de 32 municipios de la región Mixteca, situada al sur del estado, donde destacan los municipios de Chiautla, Totoltepec de Gro., Axutla, Ixcamilpa de Gro. Zacapala y Jolalpan.

La Reserva de la Biosfera Tehuacán–Cuicatlán desarrolla la gestión para el manejo de este espacio natural rico en diversidad biológica y cultural pero complejo desde el punto de vista social, debido a las fuertes limitaciones a que las somete la producción "convencional" y las condiciones climatológicas y geomorfológicas de la región. De igual forma, la presencia de al menos ocho grupos étnicos con distintos procesos de ocupación del territorio y uso de los recursos naturales ha moldeado una serie de

paisajes antropizados que contrastan con los paisajes naturales que persisten en la región.

La escasez del agua dada por la sombra orográfica que ocasiona la Sierra Negra sobre los valles de Tehuacán, Zapotitlán y la Cañada Oaxaqueña han permitido el desarrollo de una rica flora xerófita que ha sido considerada como una de las más importantes a nivel nacional y mundial, dado el alto número de especies endémicas, sobre todo en el grupo de las cactáceas. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ha propiciado que la gestión del área protegida esté encaminada a resolver asuntos básicos como la captación y retención de agua, mejorar la producción a través de prácticas de conservación de suelo e impulsar el uso y aprovechamiento de especies de plantas locales. También se ha promovido la conformación y capacitación de grupos de hombres y mujeres artesanos que ofrezcan mayor calidad en sus productos para tener mejores oportunidades de comercialización, dándose impulso a proyectos de aprovechamiento del paisaje y no extractivo de los recursos naturales, en lo que se ha dado en llamar "Turismo de Naturaleza".

La limitación de los recursos financieros obliga a establecer estrategias de gestión que permitan involucrar a diversos actores de los tres niveles de gobierno y de la sociedad civil para que contribuyan en los distintos procesos de conservación impulsados en el Área Natural Protegida (ANP); en este proceso se ha logrado involucrar a organizaciones como la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Popular Autónoma de Puebla, Los tecnológicos de Tehuacán, Tecamachalco y Zacapoaxtla, así como la tradicional presencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Metropolitana; de igual forma están colaborando la Comisión Nacional Forestal (Gerencias Regionales del Golfo de México y Pacífico Sur), la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial de Puebla (antes Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), el Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca, las Secretarías de Turismo de Oaxaca y Puebla, el Fondo Nacional de Artesanías, la Comisión Nacional de Zonas Áridas, la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), así como organismos locales de la sociedad civil, como la Fundación Cuicatlán para la Reserva de la Biosfera, Mazamiztli A. C. Alternativas y Participación Social, el Instituto de Hidroponia Simplificada, y las nacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Pronatura Chiapas, Pronatura Veracruz; recientemente participan también las agencias internacionales como Rare Center for Tropical Conservation, la Agencia Española de Cooperación Internacional y Peace Corps de los Estados Unidos de America.

## SECTOR ACADÉMICO

*Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

Las instituciones de educación superior han tenido una importante contribución en materia de conservación del medio ambiente; en este sentido hay un total de 15 universidades y tecnológicos que ofertan programas académicos relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sustentable. La oferta académica consta de 29 licenciaturas (Cuadro 11.2). En materia de posgrados, se ofrecen un total de nueve maestrías, en seis instituciones. Los programas de doctorado relacionados con los temas ambientales son dos: el primero en Ciencias Ambientales, por parte del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP); el segundo, en Desarrollo Agrícola Regional, por el Colegio de Posgraduados (COLPOS), Campus Puebla. Además, la BUAP ha impulsado proyectos de investigación; de ellos, los relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sustentable se ubican en cuatro líneas generales de investigación:

- Agua, Aprovechamiento Sostenible y Desarrollo Social
- Sustentabilidad de los Sistemas Agropecuarios y Forestales
- Ahorro de Energía y Energías Alternativas
- Universidad y Medio Ambiente

Hay que señalar la labor en favor de la fauna silvestre con potencial cinegético, ya que existen tres grupos de investigadores que realizan funciones de investigación, transferencia de tecnología, extensionismo, fomento y asesoría. Por parte de la BUAP destacan los grupos de la Facultad de

**Cuadro 11. 2** Instituciones de educación superior con oferta en aspectos del uso de la biodiversidad

| Institución | Licenciatura | Maestría | Doctorado | Otros |
|---|---|---|---|---|
| BUAP | Biología<br>Ingeniería Ambiental<br>Ingeniería Agroforestal<br>Ingeniería Agrohidráulica<br>Ingeniería Agronómica y Zootecnia<br>Medicina Veterinaria y Zootecnia | Ciencias Ambientales<br>Ingeniería Ambiental<br>Microbiología<br>Medicina Veterinaria y Producción Animal | Ciencias Ambientales | Instituto de Ciencias |
| UPAEP | Ingeniería Ambiental<br>Ingeniería Agropecuaria<br>Medicina Veterinaria y Zootecnia | Agronegocios | | |
| UDLAP | Biología | Biotecnología | | |
| UIAP | | Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo | | Departamento de Ciencias e Ingenierías |
| COLPOS | | Desarrollo Agrícola Regional | Desarrollo Agrícola Regional | |
| UM | Ingeniería Agronómica y Fitotecnia<br>Ingeniería Agronómica y Zootecnia<br>Medicina Veterinaria y Zootecnia | | | Especialidad en Fauna Silvestre |
| URM | Ingeniería Agronómica en Fitotecnia<br>Ingeniería Agronómica en Zootecnia<br>Medicina Veterinaria y Zootecnia | | | |
| UPP | Biotecnología | | | |
| UNIDES | Ingeniería Ecológica<br>Administración y Gestión Ambiental<br>Ingeniería Agronómica | Ciencias y Medio Ambiente | | |
| UTP | Tecnología Ambiental | | | |
| UP | Ingeniería Ambiental | | | |

*(Continúa)*

*Continúa cuadro 11.2*

| Institución | Licenciatura | Maestría | Doctorado | Otros |
|---|---|---|---|---|
| UIEP | Desarrollo Sustentable | | | |
| ITSSNP | Ingeniería Forestal | | | |
| ITSZ | Biología<br>Ingeniería Forestal | | | |
| ESMVZ | Medicina Veterinaria y Zootecnia<br>Administración Agropecuaria<br>Administración y Manejo de Fauna S | | | |

***BUAP*** *(Benemérita Universidad Autónoma de Puebla);* ***UPAEP*** *(Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla);* ***UDLAP*** *(Universidad de las Américas Puebla);* ***UIP*** *(Universidad Iberoamericana Puebla);* ***COLPOS*** *(Colegio de Posgraduados, "Campus Puebla");* ***UM*** *(Universidad Mesoamericana) ;* ***URM*** *(Universidad Realística de México, A. C.);* ***UPP*** *(Universidad Politécnica de Puebla);* ***UNIDES*** *(Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla);* ***UTP*** *(Universidad Tecnológica Puebla);* ***UP*** *(Universidad de Puebla);* ***UIEP*** *(Universidad Intercultural del Estado de Puebla);* ***ITSSNP*** *(Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla);* ***ITSZ*** *(Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla);* ***ESMVZ*** *(Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia)*

Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) y la Escuela de Biología, además del grupo del COLPOS, Campus Puebla (López, *et al*. 2008; Villarreal, *et al*. 2008 b). La FMVZ de la BUAP ha venido organizando el Simposio sobre Fauna Cinegética de México, evento académico nacional que busca la conservación de los recursos naturales y generación de beneficios socioeconómicos, utilizando como herramienta la caza deportiva y el ecoturismo.

## ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

*Oscar Agustín Villarreal Espino Barros*

*Blanca Cantú Montemayor*

El sector de las Organizaciones no Gubernamentales (ONG`s) está representado en forma general por el Consejo Estatal de Ecología que agrupa a un gran número de colaboradoras; otra es la Fundación PRODUCE Puebla, A. C. (FUPPUE); el Consejo trabaja en temáticas de desarrollo urbano, industrial, agropecuario y silvícola. Esta fundación tiene como objetivo servir como modelo de asociación civil que vincula al sector público con la sociedad, para responder a las necesidades de los productores agropecuarios. También, desarrolla y financia proyectos para beneficiar al sector rural poniendo énfasis en las comunidades con alta marginación y pobreza, además de encaminar a los productores visionarios hacia una cultura empresarial.

Los proyectos más importantes de FUPPUE son la transferencia de tecnología y el desarrollo técnico principalmente en: linaloe (*Bursera aloexylon*) y nopales (*Opuntia* spp.). Otras ONG`s que han destacado en el aspecto ambiental son: el Patronato Puebla Verde, la Asociación Ornitológica Ambiental (Hutzilcoatl, A. C.), Amigos de la Tierra, Movimiento de la Personalidad Ecológica, Mazamiztli, Oikos, Semillitas de la Paz, Altepetl, Sociedad de Arquitectos Ecologistas de México, Jardín Botánico "Helia Bravo Hollis", Africam Safari, Parque Loro, Villa Atl, American Forrest Foundation México, Eco-Sol, Jardín Etnobotánico Francisco Peláez, Pro-Cholula, Reserva Ecológica Zapotecas, Colegio de Profesionales en Medio Ambiente y Desarrollo, Mecavise, y Alternativas y Procesos de Participación Social, entre otras. Esta última ha fomentado sobre todo la conservación y uso sustentable del agua, principalmente en el sureste del estado, realizando

en muchos casos trabajos de colaboración con la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBT-C), organismo dependiente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

## CONCLUSIONES Y ESTRATEGIAS

Oscar Agustín Villarreal Espino Barros

El estado de Puebla, debido a su ubicación geográfica donde confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, ofrece una amplia gama de posibilidades para el aprovechamiento sustentable de su vida silvestre, dada su variada geografía y biodiversidad, que va desde las más altas cumbres del país como el Citlaltépetl (5 747 msnm), el Popocatépetl (5 452 msnm), el Iztaccíhuatl (5 286 msnm), el Volcán Negro o Tliltépetl, (4 600 msnm) y la Malinche (4 416 msnm), situados en el Eje Neovolcánico Transversal, hasta la partes más bajas de la Sierra Nororiental (Tenampulco, 80 msnm) y la Sierra Negra (Paso Atzihuatl, 87 msnm) (INEGI. 2000). En su territorio existen desde bosques de pinos y encinos (*Quercus*), hasta bosques mesófilos de montaña y tropicales perennifolios, subcaducifolios y caducifolios, además de matorrales xerófilos, vegetación acuática y pastizales de altura (Rzedowski, 1981). Por lo tanto, los habitantes de las diferentes regiones del estado requieren conocer su biodiversidad, para conservarla y aprovecharla en forma racional y sostenida, mediante la diversificación productiva, lo que permitirá a futuro no sólo conservar el medio ambiente sino generar beneficios económicos y sociales.

Las sierras Nevada (Ixta-Popo), Norte, Nororiental y Negra tienen un gran potencial forestal; el Totonacapan (Sierra Nororiental) y la Mixteca ofrecen enormes posibilidades silvícolas y cinegéticas. Sin embargo, habrá que tener cuidado en la conservación y el manejo apropiado de esa biodiversidad. Algunas amenazas, además de la deforestación por el avance de las fronteras urbana, industrial y agropecuaria, es la introducción de plantas y animales de especies y subespecies (razas geográficas) exóticas, es decir, ajenas a los ecosistemas regionales, como el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), sika (*Cervus nippon*), ciervo axis (*Axis axis*), gamo o fallow deer (*Dama dama*), venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) y jabalí europeo (*Sus scropha*), entre otras. La sociedad en su conjunto y los sectores que participamos en esta obra, somos corresponsales de la conservación, manejo y aprovechamiento racional y sostenido de nuestra biodiversidad para el beneficio de la sociedad poblana, México y el mundo.

## LITERATURA CITADA


INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Síntesis Geográfica del Estado de Puebla; Libro Electrónico.

López, C.; M, Hernández; D. Jiménez y G. Yanes. 2008. Diagnóstico del manejo extensivo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en las UMAS de la Mixteca Poblana. XI Simposio sobre Venados de México. UNAM: 6 pp

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Primera "edición" Ed. LIMUSA. México. pp. 189-197, 237-238, 347-348.

SDR, 2007. Secretaría de Desarrollo Rural; Gobierno del Estado de Puebla. Opciones alimenticias del Estado de Puebla. Puebla 272 pp.

SECTUREP. 2007. Secretaría de Turismo del Estado de Puebla; Gobierno del Estado de Puebla. Programa de Turismo de Naturaleza 2007-2012: Puebla. 12 pp.

Villarreal, O. 2006. El venado cola blanca en la Mixteca Poblana; Conceptos y métodos para su conservación y manejo". Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fundación Produce Puebla, A. C.; Mazamiztli, A. C. Puebla. 191 pp.

Villarreal, O.; J. E. Hernández; F. J. Franco; T. Barrera; B. Aguilar; L. C. Camacho. 2008 a. Evaluación de las UMAS extensivas de ganadería diversificada en el Estado de Puebla, pp 253-256. En: Cavallotti, B. A.; B. Ramírez y C. F. Marcof (Eds.). Ganadería y Desarrollo Rural en Tiempo de Crisis. Universidad Autónoma Chapingo.

Villarreal, O; F. J. Franco; J. Hernández; S. Romero. 2008 b. Conservación y Manejo de Fauna Cinegética de México 1. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fundación PRODUCE Puebla, A. C.; Mazamiztli, A. C. Puebla. 238 pp.

CAPÍTULO

# 12

Arroyo en Parque Ecoturistico Valle de Piedras Encimadas Zacatlán, Puebla.
Foto: Miguel Ángel Sicilia / Banco de imágenes de CONABIO.

CAPÍTULO 12

# HACIA LA ESTRATEGIA ESTATAL DE CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE PUEBLA

*Andrea Cruz Angón, Pedro Antonio López, Blanca Cantú Montemayor, Anabella Handal Silva, Lucía López Reyes, Oscar Agustín Villarreal Espino Barros, Fernando Camacho Rico*

## RESUMEN

El estado de Puebla posee una diversidad de las más altas en el país, tanto territorial como biológica y cultural. Además, cuenta con instituciones académicas y una gran cantidad de investigadores que han realizado esfuerzos significativos por estudiar y dar a conocer la biodiversidad característica de esta entidad. La obra, *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*, es un claro ejemplo del trabajo que durante años han realizado. No obstante, la elaboración de este documento no estuvo libre de dificultades, en el sentido de disponer de información relevante para ser incluida en esta obra. Lo anterior puede deberse a diferentes factores, por ejemplo: a) la escasez de estudios de diversidad para algunos grupos biológicos, regiones o aspectos que amenazan o favorecen su conservación, b) la ausencia de un sistema estatal de información que concentre, actualice y facilite el acceso a la información disponible y c) la falta de participación de todas las dependencias, instituciones o investigadores que limitó el acceso a fuentes importantes de información. En los procesos futuros de actualización de este documento, deberá tomarse en cuenta lo anterior para prever y corregir estas situaciones.

Consideramos que la investigación en torno a la biodiversidad del estado debe incrementarse, así como los apoyos económicos para realizarla. También se debe promover la creación de grupos de trabajo interinstitucionales, multi, inter y transdisciplinarios, lo que llevaría a un manejo más eficiente de los recursos humanos, físicos y financieros disponibles.

En el presente Capítulo se resaltan las principales conclusiones derivadas del análisis de la información de cada uno de los capítulos precedentes de esta obra y se plantean algunas estrategias y acciones que permitan mejorar el conocimiento y aprovechamiento de la biodiversidad en el estado de Puebla. Los Cuadros 1 y 2 resumen algunas de las barreras más importantes y condiciones habilitadoras que deberían retomarse y desarrollarse a mayor detalle durante la formulación de la *Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de el Estado de Puebla*.

## EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE PUEBLA: PRINCIPALES CONCLUSIONES

**1) Conocimiento de la biodiversidad:** el estado de Puebla ocupa el vigésimo tercer lugar en superficie a nivel nacional, con una extensión territorial de 34 290 km$^2$. Además, en el territorio poblano se encuentran representados todos los climas que existen en el territorio nacional.

**Cuadro 12.1** Principales barreras identificadas que deberán ser eliminadas para asegurar la correcta instrumentación de políticas públicas en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

| Tipo | Descripción | Acciones necesarias para eliminar las barreras | Responsable |
|---|---|---|---|
| Normativas | Marco normativo estatal y municipal débil y no armonizado con el federal. Debilidad en la aplicación y cumplimiento de las leyes. Existe desconocimiento y una interpretación generalmente inadecuada de las normas. | • Fortalecimiento de las instancias que vigilan el cumplimiento de la ley.<br>• Fomento una cultura de conocimiento del marco normativo estatal que promueva el cumplimiento de la ley. | Congreso y Ejecutivo estatales, apoyados por dependencias gubernamentales Instituciones: SEMARNAT, SSAOT (antes SMRN) |
| Presupuestales | Bajo presupuesto para el tema ambiental (gestión e investigación). | • Gestión con congresos estatales y federales mayor presupuesto para temas ambientales. | Congreso estatal y federal y tres niveles de gobierno Instituciones: SEMARNAT, SSAOT |
| Operativas y de gestión | Presupuesto reducido y falta de personal capacitado o con perfil adecuado. Estructura gubernamental compleja y dispersa, con duplicidad de funciones. | • Capacitación al personal encargado de la toma de decisiones.<br>• Evaluación de capacidades y arreglo institucional y simplificación de estructura. | Instituciones gubernamentales estatales y federales, así como sistema municipal.<br>SEMARNAT, SSAOT |
| Tecnológicas | Limitada disponibilidad de tecnologías, poca o nula inversión en investigación. | • Fortalecimiento de las instituciones académicas y de investigación que desarrollen investigación aplicada. | Universidades, Instituciones académicas, Gobiernos Federal, Estatal.<br>SEMARNAT, SSAOT |
| Económicas | Oportunidades reducidas para nuevos mercados (productos derivados de la biodiversidad), falta de estímulo para la conservación y protección del ambiente. | • Promoción de nuevos mercados y estímulos fiscales. | Poder Ejecutivo y Legislativo<br>SEMARNAT, SSAOT |
| Organizacionales | Falta de comunicación y coordinación de instituciones.<br>Falta de participación social. | • Promoción y consolidación de la transversalidad en políticas públicas, asegurando la incorporación de criterios de conservación del a biodiversidad en los elementos de planeación y desarrollo del estado.<br>Operación de mecanismos eficientes de participación social, en la planeación. | Tres niveles de gobierno, instituciones académicas y sociedad civil.<br>SEMARNAT, SSAOT |
| Conducción/ liderazgo | Falta de definición y liderazgo por parte del gobierno. | • Fortalecimiento institucional y definición de actores y funciones. | Tres niveles de gobierno, sector académico y sociedad civil.<br>SEMARNAT, SSAOT |
| Mandato/ política | Atomización del sistema de gobierno en cuestiones ambientales. | • Planificación a largo plazo, definición de políticas, actores, responsabilidades y funciones. | Tres niveles de gobierno, sector académico y sociedad civil.<br>SEMARNAT, SSAOT |

**Cuadro 12.2** Factores habilitadores que deberían reforzarse para asegurar la correcta instrumentación de políticas públicas en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

| Tipo | Descripción | Acciones necesarias para eliminar las barreras | Responsable |
|---|---|---|---|
| Normativas | Existen normas diseñadas para la protección del ambiente y mecanismos de participación social. | • Mejoramiento del sistema de monitoreo y de aplicación (PROFEPA e instituciones estatales equivalentes) de la normativa. | Gobierno federal y estatal. SEMARNAT, SSAOT |
| Presupuestales | Las instituciones encargadas de temas ambientales trabajando con presupuestos propios, SEMARNAT, SEP. | • Fortalecimiento de la administración de los recursos, ampliar la promoción de inversiones del sector privado. | Tres niveles de gobierno, estatales y federales. SEMARNAT, SSAOT |
| Operativas y de Gestión | Existen instrumentos de política ambiental que facilitan la gestión. | • Fortalecimiento de sistemas gestión, aplicación de instrumentos y de normas. | Tres niveles de gobierno, sociedad civil y academia. SEMARNAT, SSAOT |
| Tecnológicas | Existen instituciones académicas consolidadas con personal capacitado. | • Promoción de la inversión y ampliación del presupuesto destinado al desarrollo tecnológico. | Academia y tres sectores de gobierno, SEMARNAT, SSAOT |
| Económicas | Existen proyectos y experiencias exitosas de nuevos mercados (comercio justo, certificación de buenas prácticas y buen manejo ambiental) y vías de financiamiento, que deberían adecuarse y replicarse en el estado. | • Fomento a la inversión en proyectos económicos que incorporen consideraciones a la biodiversidad. | Tres niveles de gobierno |
| Organizacionales | Existen organizaciones de la sociedad civil. | • Se debe ampliar la participación de sectores marginados de la toma de decisiones. | Tres niveles de gobierno, sociedad civil y academia. |
| Conducción/ liderazgo | Existen dependencias de gobierno como CONABIO, INEGI, que han tomado liderazgo en el estado. Otros actores miembro de ONGs y sociedad civil tienen participación importante. | • Se debe de reconocer a actores clave y lideres en el sector ambiental. | Tres niveles de gobierno, sociedad civil y academia. |
| Mandato/política | ------ | ------ | ------ |
| Otros | ------ | • Deben promoverse iniciativas de protección de la diversidad genética y los conocimientos tradicionales (campesinos e indígenas), así como el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de la utilización de los recursos biológicos. | ------ |

Las características mencionadas anteriormente confieren al estado una amplia gama de ambientes que se traducen en una gran biodiversidad en sus tres niveles: genes, especies y ecosistemas. En la entidad se han registrado 16 de los 49 tipos de vegetación reportados a nivel nacional, con un total de 6 026 especies reportadas (3.2 % con relación al nacional), las cuales se distribuyen de la siguiente forma: 31 bacterias, 165 protistas, 131 hongos, 4 428 plantas y 1 275 animales, por mencionar los principales grupos. Es importante resaltar el alto grado de endemismo característico de la entidad, lo que en parte se debe a la convergencia de las dos grandes regiones biogeográficas: Neártica y Neotropical. Como ejemplos de este endemismo se pueden mencionar a las cactáceas, con 81 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y a los peces, con 13 especies, de las cuales siete se distribuyen en las cuencas del Balsas y dos más en la del Papaloapan.

Consideramos que algunas iniciativas a desarrollar para fortalecer el conocimiento del capital natural del estado son las siguientes:

- Impulsar la creación de una Red Estatal de Biodiversidad para el conocimiento, uso y aprovechamiento de los recursos, que estaría conformada por instituciones y dependencias del estado.
- Promover la generación de información científica (básica y aplicada) relacionada con la biodiversidad, dando prioridad a los ecosistemas, grupos biológicos y poblaciones en riesgo y/o de mayor importancia socioeconómica, así como a los grupos y regiones cuyo conocimiento es aún escaso en el estado.
- Actualizar y estandarizar la información cartográfica existente a escalas con mayor resolución (1:50 000, por ejemplo) que permitan una mejor interpretación y análisis para la toma de decisiones.

**2) Riqueza cultural:** la riqueza natural de Puebla se ha traducido también en riqueza cultural, representada por seis etnias que han aprovechado y domesticado razas, variedades o poblaciones nativas y criollas de especies vegetales que los campesinos actuales aún manejan y aprovechan junto con su entorno natural. Este patrimonio cultural todavía es poco valorado y reconocido. El ejemplo que mejor se conoce y el más representativo de esta relación hombre-diversidad es el maíz, como especie cultivada.

**3) Organización social:** la sociedad y su organización política son factores de presión para la biodiversidad, en el caso de México y particularmente de estados como Puebla, destaca la excesiva división política de su territorio en 217 municipios, que se administran de manera aislada y con poca coordinación, lo que impide la instrumentación de políticas públicas integrales que aseguren la conservación de los ecosistemas. Esto obedece a factores como el modelo de desarrollo actual, que no contempla las condiciones regionales de la entidad, ni toma en cuenta el conocimiento tradicional sobre la biodiversidad.

**4) Marco normativo:** el marco legal en Puebla se encuentra incompleto en materia de medio ambiente y protección a la biodiversidad. Hay instancias en las que tiene poca relación con el derecho penal y no permite instrumentar estrategias justas y equilibradas de sanción. La reglamentación en distintos niveles de gobierno da prioridad al desarrollo urbano e industrial y menor atención al desarrollo sustentable en la entidad.

**5) Amenazas a la biodiversidad:** en contraste con esta riqueza, históricamente y particularmente en la actualidad, el uso de la biodiversidad ha respondido sobre todo, a las necesidades de consumo inmediatas de la población, sin que medie la planeación del territorio con base en su vocación, ni la planeación de las actividades tomando en cuenta los impactos en el medio ambiente. La *Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Puebla* deberá poner énfasis en la urgencia de cambiar el enfoque de utilización del territorio, la biodiversidad y los bienes y servicios que provee, así como la promoción de aprovechamientos sustentables.

Entre las amenazas más importantes a la biodiversidad destacan la sobrepoblación y el crecimiento de las zonas urbanas, como ocurre en las áreas metropolitanas de las ciudades de Puebla y Tehuacán; también el incremento de la superficie destinada a las actividades agrícolas y ganaderas (perturbación del suelo en 44.5 % de la superficie estatal), que

ha generado cambios radicales en el uso del suelo. Otro factor que afecta a la biodiversidad en la entidad es la introducción de especies exóticas que compiten con, y desplazan a las especies nativas, como en el caso de plantas como el eucalipto, peces como la carpa y la tilapia, aves como la perdiz roja, y mamíferos como el jabalí europeo, el ciervo rojo y el venado cola blanca texano, entre otras.

La contaminación del agua, aire y suelo representa otro serio problema en la entidad, debido a que altera la calidad del medio; tal es el caso de la Cuenca del río Atoyac, donde los desechos industriales son vertidos sin previo tratamiento, afectando a las zonas rurales y urbanas de la región.

**6) Acciones de conservación:** es importante señalar que en el estado existen 15 áreas naturales protegidas (ANPs), tanto federales como estatales, localizadas principalmente en los límites del estado, y que son compartidas con los estados de Veracruz, Oaxaca, Tlaxcala y Estado de México; sin embargo, en estos sistemas de áreas protegidas no se encuentran representados todos los ecosistemas del estado, como son el bosque tropical caducifolio y el bosque mesófilo de montaña, localizados en las regiones Mixteca y Sierra Norte (Totonacapan), respectivamente. Actualmente, el programa de ordenamiento territorial impulsado por el gobierno del estado y en colaboración con numerosas instituciones académicas y de investigación, tiene como objetivo establecer la vocación natural para el uso del suelo en los diferentes ecosistemas, armonizando las actividades productivas y de crecimiento de los núcleos de población.

Consideramos que algunas iniciativas de conservación del capital natural del estado son:

- incrementar las colecciones y el número de especies y de accesiones bajo resguardo *ex situ* e *in situ*, así como mantener las ya existentes.
- aumentar el número de áreas susceptibles a conservar, dando prioridad a ecosistemas y especies poco representados en el sistema de áreas de protección actual.

**7) Educación y cultura ambiental:** las acciones de educación ambiental realizadas en el estado han permitido una sensibilización incipiente de la sociedad para que actúe en pro de la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. La consolidación y permanencia de esta herramienta es clave para poder construir una sociedad consciente de los beneficios que le otorga la biodiversidad y de las acciones que debe implementar para conservarla. Para ello es necesario promover la actualización de programas dirigidos a la educación formal e informal, desde el nivel básico hasta el superior, adecuando esta herramienta a las condiciones y necesidades de la entidad determinadas por diagnósticos adecuados.

**8) Gestión ambiental:** en el sector público, tanto estatal como federal, las instituciones encargadas de tutelar la biodiversidad han desarrollado capacidades e instrumentado programas cuyo objetivo es la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Queda claro que aunque los avances pueden resultar significativos, no son suficientes para detener y revertir el deterioro ambiental que enfrenta el estado. El fortalecimiento paulatino y el desarrollo de nuevas capacidades institucionales deberá verse reflejado en los impactos positivos que la aplicación de programas, basados en la información disponible más adecuada, que se tenga sobre el capital natural del estado.

En lo que respecta al sector privado, se concluye que la gestión ambiental sustentable es aún incipiente, especialmente en el sector primario, donde las asociaciones de productores necesitan desarrollar capacidades de gestión, producción sustentable y diversificación de mercados.

Las instituciones de educación superior han tenido una importante contribución en materia de conservación del medio ambiente, lo que se refleja en la oferta académica en materia ambiental que brindan 15 instituciones. En cuanto a las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) que se dedican a temas de biodiversidad, una gran parte de ellas están representadas en el Consejo Estatal de Ecología.

Consideramos que algunas estrategias de gestión de la biodiversidad deberían incluir los siguientes factores:

- Orientar la política hacia un desarrollo sustentable en la entidad poblana.
- Vincular los beneficios de la biodiversidad con la sociedad.
- Fomentar el ecoturismo.

- Aplicar y dar seguimiento al marco legal relacionado con el cuidado de la biodiversidad.
- Otorgar jurisdicción y poderes a cuerpos públicos y a las comunidades locales para la conservación de la biodiversidad, y promover espacios para la participación pública.
- Promover una mayor participación académica y de la sociedad en general, en la revisión y diseño de leyes y reglamentos en materia ambiental.

Finalmente, esperamos que el próximo proceso de elaboración de la *Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Puebla*, refuerce los esquemas de colaboración interinstitucional iniciados durante la elaboración de este estudio. La Estrategia deberá sentar las bases para que en Puebla se inicie una nueva etapa en la gestión de nuestro capital natural, donde se promueva una armonía efectiva entre el crecimiento y desarrollo que todos deseamos, sin poner en riesgo nuestra diversidad biológica y los servicios ambientales que implica y de los que dependemos. Para esto deberemos unir esfuerzos para construir una sociedad informada, consciente y proactiva, con instituciones coordinadas y capaces de enfrentar los retos ambientales, resultantes de los actuales patrones de consumo, crecimiento y desarrollo de nuestras sociedades. Los autores de este estudio hemos puesto un pequeño grano de arena que con esfuerzo y tenacidad deberá de rendir los frutos que la sociedad demanda.

# LOS AUTORES

## Dra. Agustina Rosa Andrés Hernández

**Síntesis CV**

Realizó estudios profesionales en la Universidad Nacional Autónoma de México, el doctorado en botánica por el Colegio de Postgraduados; ha realizado estudios en sistemática con datos estructurales y desarrollo de plántulas en los géneros *Bursera* (Burseraceae), *Rhus* (Anacardiaceae), así como el estudio biogeográfico de dichos grupos. Actualmente trabaja en la sistemática y biogeografía del género *Zanthoxylum* (Rutaceae), con base en la anatomía foliar, floral y maderas. También colaboró en el estudio de la Diversidad florística del estado de Puebla.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **arahdm@yahoo.com.mx**

## Dr. Pedro Antonio López

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, egresado de la Universidad Autónoma Chapingo en 1990; obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Genética Vegetal en el Colegio de Postgraduados en 1996, realizó estudios de Doctorado en la Universidad Estatal de Iowa, EUA obteniendo el grado de Doctor en Filosofía con especialidad en Mejoramiento Genético, 2006. Actualmente es Profesor-Investigador Asociado en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, candidato a Investigador SIN 2008-2010. Miembro de la Sociedad Mexicana de Filogenética (SOMEFI), desde 1988; de la American Society of Agronomy desde 2005 y de The Honor Society of Agricultura Gamma Sigma Delta, desde 2003. Participa en proyectos relacionados con la diversidad genética del maíz y especies en proceso de domesticación, participa en la impartición del curso de Caracterización de la Diversidad Vegetal en el Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, del Campus Puebla. Es autor de dos artículos publicados en revistas indexadas; coautor de cinco capítulos de libros, autor y coautor de siete artículos en extenso y 31 resúmenes. Ponente y asistente a diversos eventos científicos, seis de ellos internacionales.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **palopez@colpos.mx**

## Dr. Agustín Aragón García

**Síntesis CV**

Obtuvo el grado de Doctor en la Benemérita Universidad de Puebla. Es profesor-Investigador del Departamento de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias, BUAP. Director ejecutivo de 11 proyectos financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales, Fundación Produce, entre otros. Es autor de 15 artículos científicos publicados en revistas internacionales. Autor de un libro y coeditor de 10 libros. Por su trayectoria académica es premio Estatal de Ciencia y Tecnología.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **aragon@siu.buap.mx**

## Lic. José Cristobal de Jesús Arreguín García

**Síntesis CV**

Realizó la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Maestría en Ciencias Ambientalesen la BUAP; actualmente es pasante de la Maestría de Estudios Regionales, Medio Ambiente y Desarrollo, en la Universidad Iberoamericana, Campus Puebla. En el año 2002, cursó el Diplomado en Planeación Ambiental, en la Universidad Autónoma del Estado de México. Trabaja para el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, tiene el puesto de Jefe del Departamento de Cartografía Temática. Su trabajo consiste en asegurar la cartografía temática digital e impresa.

**Institución** **Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)**
**Correo electrónico** **jose.arreguin@inegi.org.mx**

## M.C. Iliana del Carmen Ayala Rodríguez

**Síntesis CV**

Ingeniera Química por la Universidad Autónoma de Puebla, con maestría en Educación Ambiental por la Universidad de Guadalajara. Fundadora de la organización Amigos de la Tierra, Sección Puebla; de 1988-1993 coordinó los trabajos de educación ambiental del Patronato Puebla Verde A.C. Catedrática en materia ambiental y de desarrollo sustentable de la Universidad Iberoamericana Puebla a partir de 1990 a la fecha; como integrante del Programa Interdisciplinario en Medio Ambiente ha desarrollado los trabajos de Acción Ambiental Universitaria, incorporación de la dimensión ambiental en el currículo, formación de promotores ambientales juveniles y gestión comunitaria del agua.

**Institución** **Universidad Iberoamericana Puebla (UIA)**
**Correo electrónico** **iliana.ayala@iberopuebla.edu.mx**

## Ing. Beatriz B. Beristain Noriega

**Síntesis CV**

Actualmente estudia la Maestría en Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Puebla. Egresada del Instituto Tecnológico de Orizaba de la carrera de Ingeniería Química, cuenta con un Diplomado en educación ambiental y desarrollo sustentable en la BUAP. Trabajó seis años como coordinadora de educación ambiental en el zoológico de Africam Safari, posteriormente 3 años como jefa de educación ambiental en el H. Ayuntamiento de Tehuacán y de 2002 a la fecha como coordinadora de cultura para la conservación en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.

**Institución** **Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán**
**Correo electrónico** **bberistain_noriega@hotmail.com**

## M.C. Yadira Bock Sánchez

**Síntesis CV**

Egresada de la carrera de Ingeniería Agronómica con Especialidad en Economía de la UACH, en 1971; cuenta con una Maestría en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional del CP (1995) y actualmente candidata a Doctor de la UPM, con trabajos de evaluación de programas institucionales en varios estados de la república, investigaciones de mercado, de contaminación por hidrocarburos y de indicadores de sustentabilidad, desarrollo de cursos sobre el medio ambiente para la SEMARNAT. Ha publicado 2 estadísticas de producción de distritos de riego, 8 de evaluación de programas agropecuarios, 5 artículos en reuniones científicas, un libro sobre el ambiente y 16 artículos de divulgación sobre temas ambientales.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **bock@colpos.mx**

## M.C. Sara Bonilla Meza

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la BUAP, con Maestría en Ciencias Ambientales con orientación en Restauración Ecológica por parte de la UNAM. Asesor del uso del lirio acuático en el Megaproyecto Rehabilitación de Valsequillo. Actualmente dirige tesis encaminadas a la ecología y restauración de sistemas acuáticos. Ha publicado artículos en revistas internacionales indexadas. Ha establecido vínculos de cooperación con fundaciones e iniciativas privadas para el establecimiento de cooperativas sociales; actualmente es colaboradora de proyectos CONACYT en el laboratorio de ecología y restauración de sistemas acuáticos en la Escuela de Biología de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **saborme@gmail.com**

## M.C. Fernando Camacho Rico

**Síntesis CV**

Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional (2004), estudió una maestría con orientación en restauración ecológica en la misma institución (2008), colaboró como ayudante de campo en varios proyectos de investigación desde 2002 hasta 2006. Prestó sus servicios en una consultoría ambiental enfocada a la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental (2007 y 2008). Desde 2009 colabora en Conabio en la edición y publicación de Estudios y Estrategia Estatales de Biodiversidad. Cuenta con una publicación arbitrada y ha impartido 8 cursos de nivel licenciatura y diplomados en la Universidad Nacional.

**Institución** **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**
**Correo electrónico** **fcamacho@conabio.gob.mx / fernandocamachor@gmail.com**

## Dr. Julio César Camacho Ronquillo

**Síntesis CV**

Doctor en Ciencias en el área de fisiología de la reproducción, miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel C, profesor-investigador en la FMVZ-BUAP, miembro del padrón de investigadores de la BUAP, perfil PROMEP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **camacho90@colpos.mx**

## M.C. Luis Canseco Márquez

**Síntesis CV**

Realizó la tesis de licenciatura en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la de Maestría en la Fac. de Ciencias de la UNAM; ha participado en 20 congresos científicos, 6 talleres y dos diplomados, ha participado en 12 proyectos de investigación, impartido varios cursos de Biogeografía y Herpetología en la Facultad de Ciencias de la UNAM y en la Universidad Simón Bolívar, también ha publicado 41 artículos científicos en revistas nacionales e internacionales; dos artículos de divulgación, 5 capítulos de libros, una guía de campo y editado un libro. Ha titulado a cuatro alumnos a nivel licenciatura y dos más están en proceso.

**Institución** **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**
**Correo electrónico** **lcanseco@gmail.com**

## Biól. Blanca Cantú Montemayor

**Síntesis CV**

Bióloga, egresada de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cuenta con un diplomado en Auditoría Ambiental. Ha participado en diferentes proyectos de investigación relacionados con temas de contaminación y toxicología. Laboró en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN) del Gobierno del estado de Puebla, en el área de Planeación Ecológica, donde realizó actividades de planeación, coordinación y ejecución de programas ambientales para el Estado. Desde el 2008 ha sido el Enlace Operativo para la elaboración del Estudio y Estrategia de la Biodiversidad de Puebla.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Puebla (SMRN)**
**Correo electrónico** **beceme20@hotmail.com**

## M.C. Moisés Graciano Carcaño Montiel

**Síntesis CV**

Egresado de la Fac. de Ciencias Químicas de la BUAP, cuenta con Maestría en Edafología en el Colegio de Postgraduados, actualmente es Profesor-Investigador del Instituto de Ciencias, es miembro del Laboratorio de Microbiología de Suelos, donde estudia aspectos relacionados con bacterias fijadoras de nitrógeno y bacterias solubilizadoras de fosfatos, es coresponsable del programa de biofertilizantes.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **mgcarca@siu.buap.mx**

## Dra. Hortensia Carrillo Ruíz

**Síntesis CV**

Formación: Bióloga, egresada de la Escuela de Biología de la BUAP, Doctora en Ciencias Sistemáticas, egresada del Postgrado en Sistemática del Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz. Actualmente es Profesor-Investigador de tiempo completo de la Escuela de Biología de la BUAP. Es candidato a Investigador Nacional. Actualmente forma parte de los proyectos: "Sistemática y Biogeografía del género *Hoplia*" (Coleoptera: Melolonthidae: Hopliinae) y Estudio de la Entomofauna de la localidad "El Salado", Jolalpan, Puebla.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **hortensia.carrillo@gmail.com**

## M.C. Dolores Castañeda Antonio

**Síntesis CV**

Químico Farmacobiólogo egresada de la BUAP, con especialidad en Ingeniería Ambiental (ITP) y Microbiología Sanitaria (BUAP). Con Maestría en Ingeniería Ambiental (ITP). Experta analista en agua, foliares y suelo en análisis físicoquímicos, metales y cromatográfico, experiencia en sistemas de calidad en laboratorio bajo normatividad. Es colaborador en el área de Microbiología de suelos del Instituto de Ciencias de la BUAP y docente de la Fac. de Ingeniería Química, BUAP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **castanedaantonio@hotmail.com**

## Biól. Carlos Castañeda Hernández

**Síntesis CV**

Biólogo egresado de la Esc. de Biología de la BUAP. Actualmente desarrolla proyectos para el conocimiento de la Herpetología del Estado de Puebla y proyectos de divulgación.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **drako_2021@hotmail.com**

## Dr. Jorge Alejandro Cebada Ruíz

**Síntesis CV**

Egresado de la Escuela de Biología de la BUAP. Realizó su Maestría en Ciencias Fisiológicas en el Instituto de Fisiología, BUAP. Realizó el Doctorado en la Especialidad de Fisiología en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Actualmente es Director de la Escuela de Biología de la BUAP. Ha presentado publicaciones en revistas arbitradas, participado en congresos nacionales e internacionales y dirigido tesis de licenciatura.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **jcebadac@yahoo.com.mx**

## Biól. Amparo Belgica Cerón Carpio

**Síntesis CV**

Estudió la licenciatura en la escuela de Biología BUAP. Laboró por seis años consecutivos en el Herbario y Jardín Botánico BUAP, encargada de la colección de Pteridofitas del Herbario, así como del procesamiento de ejemplares de herbario y de la base de datos Biótica 4.1 CONABIO. Realizó estudios pteridoflorísticos del estado de Puebla, en municipios como Tlatlauquitepec, Teziutlán, Huachinango, Juan Galindo, entre otros. Publicaciones en revista Polibotánica y boletín AMARANTO, AMJB, A.C. Actualmente está cursando la Maestría en Ciencias de la Educación, Universidad de Camagüey Cuba-BUAP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **amparo_belgicac@hotmail.com**

## Biól. Diego Cervantes García

**Síntesis CV**

Licenciado en Biología por la Facultad de Ciencias de la UNAM con estudios posteriores de especialización, nacionales e internacionales así como diplomados, cursos y talleres. Ha realizado trabajos en temas de acuacultura, áreas naturales protegidas, desarrollo sustentable, derechos humanos y medio ambiente, ordenamiento ecológico, conservación, administración y legislación ambiental, seguimiento y evaluación de proyectos, evaluación de impacto ambiental de obras y actividades en ANPs, Prospectiva de la Educación Superior Frente a los Retos del Desarrollo Sustentable, formadores para la reconversión productiva, políticas de desarrollo social y planeación, SIGs y educación ambiental.

Institución **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Puebla**
Correo electrónico **educacion@puebla.semarnat.gob.mx**

## Dr. David Cibrián Tovar

**Síntesis CV**

Realizó la Licenciatura en Biología en el IPN, la Maestría en Ciencias en Entomología y Doctorado en Entomología, ambos en el Colegio de postgraduados. Profesor-Investigador de tiempo completo desde 1972 en la DICIFO-UACH, con más de 100 cursos impartidos en licenciatura y postgrado. Autor de 3 libros sobre parasitología forestal, autor de más de 60 artículos científicos sobre Parasitología Forestal, director de tesis de más de 90 profesionistas (licenciatura, maestría y doctorado). Ha recibido dos veces el Premio Nacional Forestal, miembro del SNI hasta 2007.

**Institución** **Universidad Autónoma Chapingo (UACH)**
**Correo electrónico** **dcibrian48@gmail.com**

## Biól. Víctor Javier Cid Vázquez

**Síntesis CV**

Lic. en Biología, egresado de la Escuela de Biología de la BUAP; actividades laborales: "Consultoría, Sierra Consultores Ambientales". Laboró en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en el área forestal.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Puebla (SMRN)**
**Correo electrónico** **javiercid_7@hotmail.com**

## M.C. Ana Gabriela Colodner Chamudis

**Síntesis CV**

Egresada Cum Laude de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, (BUAP). Realizó la Maestría en Ciencias en Manejo de Fauna Silvestre en el Instituto de Ecología AC., (INECOL) Xalapa, Ver. Desde 1994 es Profesora-Investigadora en la Licenciatura en Biología en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla (ITSZ) donde imparte cátedras de Análisis Geográfico, Zoología de Vertebrados y Manejo de Vida Silvestre. Ha participado en 13 proyectos de investigación presentando 9 ponencias en congresos nacionales e internacionales, publicado 2 artículos en revistas arbitradas y dirigido 4 tesis de licenciatura. Es responsable de un proyecto de investigación interinstitucional.

**Institución** **Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla**
**Correo electrónico** **agabicol@hotmail.com**

## Biól. José Luis Contreras Jiménez

**Síntesis CV**

Licenciado en Biología egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, 1992. Profesor-investigador Asociado C, TC definitivo, Curador del Herbario de la BUAP, 1994. Ha participado en más de 20 proyectos nacionales e internacionales en el área botánica; profesor de diversos cursos de licenciatura en el área botánica tanto en la UNAM como en la BUAP. Ha dirigido cuatro tesis de licenciatura, revisor y jurado en 10 tesis también de licenciatura. Ha tenido la dirección de más de cien alumnos de Servicio Social, dictado más de cien conferencias relacionadas con temas botánicos, ha participado en más de cincuenta congresos nacionales e internacionales. Autor y coautor de 20 artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **jlcontre@siu.buap.mx**

## María Agustina Costa Genazzi

**Institución** **Integración y Análisis de la Información. Dirección de estadística, regional oriente, INEGI**
**Correo electrónico** **maria.costa@inegi.org.mx**

## Dra. Andrea Cruz Angón

**Síntesis CV**

Bióloga de la Universidad Michoacana. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por parte del Instituto de Ecología, A. C. Trabajó como asistente y coordinador de proyectos de investigación del Centro de Aves Migratorias del Smithsonian Institution (SI) en Chiapas, Xalapa y Guatemala. Participó como evaluadora ambiental de programas de certificación de buen manejo forestal en comunidades y ejidos forestales de México. Trabajó en la Gerencia de Protección Ambiental de la Dirección Corporativa de Operaciones de Pemex. Actualmente se desempeña como Coordinadora de Enlace y Estrategias de Biodiversidad de la Conabio. Ha publicado cerca de una decena de artículos en revistas científicas internacionales arbitradas y algunos de divulgación. Fue Coordinadora y Editora General de *Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado.*

**Institución** **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**
**Correo electrónico** **acruz@conabio.gob.mx / angonac@gmail.com**

## Dra. Mariana del Socorro Cuautle Arenas

**Síntesis CV**

Lic. en Biología, Universidad de las Américas-Puebla, Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Instituto de Ecología A.C. Post-Doctorados, University of California, Santa Cruz y FMZ-Universidad Autónoma de Yucatán. Artículos: Cuautle, M. *et al.* 1998. Cactáceas y Suc. Mexicanas 43:75-80. Cuautle, M. *et al.* 1999. Acta Zool. Mexicana 78:73-82. Cuautle, M. & Rico-Gray, P. S. Oliveira & M. Cuautle. 2004. Ëcoscience11:472-481. Cuautle, M. *et al.* . 2005. The Biol. Journal of the Linnean Society 86:67-77.

**Institución** **Universidad de las Américas-Puebla (UDLA)**
**Correo electrónico** **mcuautle2004@hotmail.com**

## Est. Biól. Eunice Cuautle Hernández

**Síntesis CV**

Estudiante de la Escuela de Biología de la BUAP, quien realizó servicio social con la M. en C. Concepción López T., en el proyecto flora y fauna de dos municipios de la Mixteca Poblana, también participó con el trabajo "Evaluación de los daños ocasionados por el murciélago hermatófago". Colaborador en el monitoreo de fauna silvestre con impacto ambiental, participó en el área de agroindustrialización del árbol Liná loe (Fundación PRODUCE). Así también como asistente en cursos de zoología.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **euta_nasia@hotmail.com**

## Ing. Raúl Cuéllar Ramírez

**Síntesis CV**

Asesor de la Red Ambiental Scout en Puebla desde 2007, Consejero Ciudadano del Consejo Estatal de Ecología, Consejero Ciudadano en el sector Jóvenes del Núcleo Estatal del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable desde 2008; miembro del Comité Nacional de GEO Juvenil México desde agosto de 2008. Obtuvo el 2do. lugar en la categoría de Protección y Preservación del Medio Ambiente del Premio Municipal a la Juventud 2008, H. Ayuntamiento de Puebla. Ha sido ponente en "El 1er. Ciclo de Conferencias Educación Ambiental", de la Esc. de Biología, BUAP y publica el boletín Ventana Ambiental.

**Institución** **Boletín Ventana Ambiental**
**Correo electrónico** **don_importante@yahoo.com.mx**

## M.C. Marisela De Niz Robles

**Síntesis CV**

Profa. de Educación Preescolar de la Escuela Normal Bertha Von Glümer; Lic. en Educación Primaria por la Universidad Anáhuac, Campus Puebla, M. en C. de la Educación por el Instituto de Estudios Universitarios, Campus Puebla, Directora Académica de 2005-2008; Directora de Titulación del 2008 a la fecha. Ponente en el 1er. Congreso de Conferencia de Educación Ambiental en la Esc. de Biología de la BUAP; ponente en el Primer Coloquio Nacional de Estudiantes y Programas Académicos de Educ. Ambiental, de la IPN; ponente en el simposio de Investigación en Educ. Ambiental de Mérida, Yucatán; Sinodal en el Concurso "Cuidemos la Casa", organizado por el municipio de Puebla.

**Institución** **Instituto de Estudios Universitarios (IEU)**
**Correo electrónico** **mariseladeniz@hotmail.com / mdenis@sistemaieu.edu.mx**

## Dr. Claudio Delgadillo Moya

**Síntesis CV**

Investigador Titular "C" de la UNAM, actualmente Jefe de Departamento de Botánica, Director de tesis tanto de Doctorado, Maestría y Licenciatura; cuenta con publicaciones en revistas indexadas tanto nacionales como internacionales, curador y responsable de la colección de Briofitas del MEXU.

Institución **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**
Correo electrónico **moya@ibiología.unam.mx**

## Dra. Adriana Delgado Alvarado

**Síntesis CV**

Obtuvo su grado de Química Agrícola en la Universidad Veracruzana en 1985 y su grado de Maestra en Ciencias con la Especialidad en Fisiología Vegetal, en el Colegio de Postgraduados en 1992. En 1994 realizó una estancia de Investigación en el Dpto. de Bioquímica de la Universidad de Reno, Nevada, USA. El grado de Doctora en Ciencias lo obtuvo con la especialidad en Bioquímica Vegetal, en la Universidad de Sheffield, Inglaterra en 2003. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Ha participado en diversos proyectos, como colaboradora y responsable de proyectos de ciencia básica y de vinculación. Desde el 2004 ha impartido cursos de postgrado como: Bioquímica Fundamental, Introducción a la Botánica Funcional y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos. Ha participado en la formación de recursos humanos a nivel de postgrado, como consejera de una tesis de doctorado y una maestría, y asesora de cinco tesis de doctorado y 10 de maestría. Cuenta con diversas publicaciones científicas: 12 artículos indexados, tres notas científicas internacionales y diversas participaciones en reuniones científicas (conferencias, ponencias y seminarios). Actualmente tiene el cargo de Profesora-Investigadora Adjunta.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
Correo electrónico **adah@colpos.mx**

## Dr. Ramón Díaz Ruíz

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, México. Maestría en Ciencias con especialidad en Fisiología Vegetal, obtenida en el Colegio de Postgraduados, México. Doctorado en Ciencias en el área de Mejoramiento e Ingeniería Genética otorgado por la Universidad de Córdoba, España. Publicaciones de artículos científicos en revistas nacionales e internacionales y escritos de divulgación científica. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (2001-2009). Línea de Investigación Genéticos.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
Correo electrónico **dramon@colpos.mx**

## M.C. Héctor Eliosa León

**Síntesis CV**

Biólogo y Maestro en Ciencias, egresado de la Fac. de Ciencias, UNAM. Ha participado en 10 congresos nacionales y ha sido organizador de una reunión nacional de herpetología, un congreso nacional de zoología y tres cursos de educación continua; responsable de un proyecto de investigación. Profesor-Investigador de la Esc. de Biología de la BUAP, impartiendo los cursos de Biología Animal II, Zoología de Vertebrados, Sistemática y Biogeografía. Ha publicado siete artículos científicos en revistas de licenciatura y ha sido sinodal en 22 exámenes profesionales.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **heliosa@siu.buap.mx**

## M.C. Alejandra Paula Espinosa Texis

**Síntesis CV**

QFB, egresada de la BUAP, M. en C. Biomédicas de la UNAM, con especialidad en Micología Médica, principalmente en micosis subcutáneas. Académico de las maestrías en Microbiología y Ciencias Ambientales de la BUAP. Investigadora titular del Laboratorio de Micología, del CICM-BUAP. Directora de 40 tesis de licenciatura y 4 de maestría.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **paula.espinosa@icbuap.buap.mx**

## Dr. Antonio Fernández Crispin

**Síntesis CV**

Biólogo de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Maestría en investigación educativa por la UIA-Puebla. Doctor en Ciencias Biológicas en el Dpto. de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid. Profesor-Investigador de la Escuela de Biología BUAP, desde 1991. Más de 30 colaboraciones en congresos. Cinco artículos publicados en revistas internacionales. Dos libros y dos capítulos en libros. Participación en varias comisiones de gestión dentro de la Escuela de Biología, BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **anfern@siu.buap.mx**

## Biól. Elizabeth Adriana Flores Jiménez

**Síntesis CV**

Es la encargada de programas de Investigación del Parque Estatal "Flor del Bosque". Colaboradora del estudio de estado de la Biodiversidad en Puebla, encargada de los programas de enriquecimiento ambiental de la UMA-Zoológico General Lázaro Cárdenas del Río-Flor del Bosque. Conferencista en los congresos de primatología y fauna cinegética de México del 2007 a la fecha.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos del Estado de Puebla (SMRN)**
**Correo electrónico** **eadrianafj@hotmail.com**

## M.C. Francisco Javier V. Franco Guerra

**Síntesis CV**

Médico veterinario zootecnista egresado de la Universidad Veracruzana. Desempeñó distintos cargos administrativos y de asesor técnico pecuario del gobierno federal en la SARH, BANRURAL e INEGI. Realizó estudios de Postgrado en la Maestría en Nutrición Animal de la FES-UNAM-INIP. Fue Director de la Esc. de Medicina Veterinaria en el área de Producción Animal y Ganadería Ecológica en la Universidad de Córdoba, España, donde fue invitado como Profesor Visitante. Ha publicado diversos artículos científicos en revistas especializadas; actualmente es Profesor-Investigador en la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **francofi@prodigy.net.mx**

## Dr. Luis Ernesto Fuentes Ramírez

**Síntesis CV**

Doctor en Investigación Biomédica Básica, UNAM. Profesor-Investigador del Laboratorio de Microbiología de Suelos, ICUAP. Nueve publicaciones en revistas internacionales arbitradas, un capítulo en un libro de circulación internacional, 230 citas a trabajos, nueve cursos de Licenciatura y 14 de Maestría, tres cursos de Doctorado. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura y 4 de maestría finalizadas y tres tesis de doctorado en proceso. Miembro de Comités tutoriales de maestría y doctorado. Revisor en siete revistas internacionales arbitradas.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **lefuente@siu.buap.mx**

## Biól. Julio César Gallardo Vásquez

**Síntesis CV**

Licenciado en Biología por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), recibiendo el reconocimiento por el mejor promedio de la generación y la mención honorífica Cum Laude en su examen de grado; ha participado en diferentes congresos de Botánica y Ecología como asistente y ponente, autor del artículo sobre fisiología de plantas CAM, ha recibido reconocimientos de la Academia Mexicana de Ciencias y del Espacio Común en Educación Superior (UNAM-ECOES).

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **jcesarg7@yahoo.com.mx**

## M.C. Gabino García De los Santos

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Universidad Autónoma Chapingo, 1981. Maestro en Ciencias en Genética, Colegio de Postgraduados: Almacenamiento y Conservación de Semillas y Granos desde hace más de 15 años y Manejo de Recursos Fitogenéticos desde hace ocho años. Ha graduado a más de 15 Maestros en Ciencias, más de 6 Doctores en Ciencias y más de 5 Ingenieros Agrónomos. Ha publicado más de 25 artículos en revistas de ciencias agrícolas, 5 capítulos de libros y un folleto sobre Producción de Semillas Forrajeras. Ha impartido más de 15 conferencias y varios cursos de capacitación relacionados con producción y tecnología de semillas, en cultivos básicos y en particular en especies forrajeras; y varias asesorías en las áreas del conocimiento ya indicadas.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Montecillo**
Correo electrónico **gargiag@colpos.mx**

## M.C. Marycarmen García Escalona

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la Universidad de las Américas, Puebla, con especialidad en Ecología. Maestra en Ciencias en Recursos Naturales e internacionales enfocados principalmente a Ecología, Evolución y Conservación de Chirópteros. Actualmente labora en ECOMOS A.C., que se dedica a dar asesorías y capacitación sobre fauna silvestre.

Institución **ConservaZoo, A.C.**
Correo electrónico **nataluss@hotmail.com**

## Dra. Eustolia García López

**Síntesis CV**

Bióloga por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Maestra en Ciencias con Especialidad en Botánica por el Colegio de Postgraduados y Doctora en Manejo de Recursos Naturales por la Universidad de Salamanca, España. Profesora-Investigadora, adscrita al Área de Ciencia Vegetal y Curadora del Herbario CSAT del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco; ha dirigido y asesorado tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, además de contar con publicaciones nacionales e internacionales.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Tabasco**
Correo electrónico **rogarlopez@colpos.mx**

## M.C. Bromio García Sierra

**Síntesis CV**

Realizó una Maestría en Agroecosistemas Tropicales Sustentables, con orientación en Agroforestales por el Colegio de Postgraduados. Jefe Operativo de la Gerencia Estatal en Puebla de la CONAFOR.

Institución **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)**
Correo electrónico **bgarcias@conafor.gob.mx / bgarcias@live.com**

## Ing. Amb. Analine García Torres

**Síntesis CV**

Es Ingeniero Ambiental, colaboradora en proyectos de investigación sobre Biotecnología Ambiental como búsqueda de microorganismos en suelos contaminados con hidrocarburos. Ha participado en dos congresos nacionales.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **vainilla_line@hotmail.com**

## M.C. Uri Omar García Vázquez

**Síntesis CV**

Biólogo de la Escuela de Biología de la BUAP y M. en C. de la Fac. de Ciencias, UNAM; ha presentado 22 trabajos de investigación en 6 congresos nacionales y 4 en tres congresos internacionales. También ha participado en 7 proyectos de investigación en el área de biología, ha asistido a un curso y una estancia de investigación internacional y dos cursos y una estancia de investigación nacional. Ha fungido como árbitro de dos revistas científicas y participado como editor asociado en una revista de divulgación. Ha publicado 16 notas científicas y 17 más en prensa, 6 artículos y 5 más en prensa y un capítulo de libro. Actualmente se encuentra dirigiendo tres tesis de licenciatura y ha sido sinodal en otras tres.

**Institución** **Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**
**Correo electrónico** **urigarcia@gmail.com**

## Dr. Abel Gil Muñoz

**Síntesis CV**

Ingeniero agrónomo especialista en Fitotecnia, egresado de la Universidad Autónoma de Chapingo. Cuenta con una Maestría en Ciencias en Genética Vegetal por el Colegio de Postgraduados y es Doctor en Filosofía en Producción y Filosofía de Cultivos por la Universidad Estatal de Iowa, EUA. Entre sus aportaciones de investigación figuran el estudio de la aptitud de los maíces criollos para usos tradicionales, estudios de comportamiento agronómico y/o diversidad genética en diferentes regiones del estado de Puebla y Michoacán, así como la documentación de conocimiento tradicional y manejo de los maíces criollos en algunas regiones de Puebla y Oaxaca. Cuenta con poco más de 30 publicaciones sobre los temas ya mencionados y ha dirigido varias tesis de licenciatura, cinco de maestría y una de doctorado en dicha temática. Es Profesor-Investigador del Campus de Postgraduados, Campus Puebla.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **gila@colpos.mx**

## Dr. Rosa María González Monroy

**Síntesis CV**

Profesora-Investigadora de la Escuela de Biología desde 1997, realizó estudios de licenciatura en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y la Maestría en Biología Animal en la Fac. de Ciencias, UNAM, ha participado en diversos Congresos Nacionales e Internacionales, ha sido coordinadora de 2 libros de difusión publicados por fomento editorial de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **rosagonzalezm@hotmail.com**

## Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, maestro en Ciencias en Ganadería del Colegio de Postgraduados, México y grado de Doctor en Filosofía en la disciplina de ciencia animal y vegetal otorgado por la Universidad de Adelaida, Australia. Actualmente es Profesor-Investigador Asociado en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados e imparte la cátedra de Ganadería Semi-Intensiva y participante en el curso Aprovechamiento de recursos fitogenéticos. Es coordinador y responsable del proyecto " Estrategia para impulsar la competitividad de la cadena valor ovinos-carne mediante infraestructura e innovación en el Estado de Puebla", financiado por los fondos Mixtos-CONACyT. Sus intereses de investigación se avocan a los sistemas agroganaderos, desarrollo de cultivos básicos (leguminosas y cereales) para doble propósito (grano y forraje) y, evaluación de leguminosas forrajeras perennes y anuales tanto nativas como introducidas

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **rjuan@colpos.mx**

## C. a Dr. María de Lourdes Guevara Romero

**Síntesis CV**

Licenciada en Ciencias de la Computación, Graduada en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con Maestría en Ordenamiento del Territorio. Postulada al Doctorado en Desarrollo Regional. Diplomados en Sistemas de Información Geográfica en el INEGI, dentro del cual se trabaja en Aplicaciones SIG, generación de aplicaciones cartográficas, actualización temática y automatización de diversas tareas geográficas.

**Institución** **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)**
**Correo electrónico** **lourdes.guevara@inegi.org.mx**

## M.C. Ma. Guadalupe Gutiérrez Mayén

**Síntesis CV**

Licenciatura en Biología en la ENEP Iztacala, UNAM y Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha participado en 23 Congresos nacionales e internacionales. Organizadora de 4 reuniones nacionales de herpetología y dos diplomados nacionales de herpetología. Responsable de 4 proyectos de investigación; Profesora-Investigadora de la Escuela de Biología de la BUAP, impartiendo los cursos de Ecología, Métodos de Inv. en Campo, Herpetología y Ecología de Anfibios y Reptiles. Ha publicado 17 artículos científicos en revistas nacionales e internacionales; 6 capítulos de libros, una guía de campo. Dirección de 8 tesis de licenciatura, sinodal en 25 tesis de licenciatura y tres de maestría.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **ggmayen@gmail.com**

## Dr. Nicolás Gutiérrez Rangel

**Síntesis CV**

Egresado de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Maestría y Doctorado en fruticultura por el Colegio de Postgraduados. Actualmente funge como Profesor-Investigador Asociado en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, donde participa como colaborador en tres cursos del Programa "Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional". Cuenta con más de 40 publicaciones que incluyen resúmenes y memorias de congresos, informes anuales, folletos, tesis, capítulos de libros, artículos en revistas científicas y de otro tipo.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **ngrangel@colpos.mx**

## Dra. Anabella Handal Silva

**Síntesis CV**

Egresada de la Universidad Estatal de Moscú, Rusia, M.V. Lomonosov; donde obtuvo el grado de Ph. D. en Biología con especialidad en Ictiología. Realizó estudios de Posgrado en la Universidad de Managua, Nicaragua en Pedagogía y en la Universidad Nacional Autónoma de México en Toxicología de la Reproducción. Ha impartido cursos curriculares, participado en la elaboración de Programas Académicos y dirigido tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado. Ha sido responsable de 25 proyectos financiados. Ha publicado libros, capítulos de libros y artículos. Actualmente se desempeña como profesor-investigador del Instituto de Ciencias de la BUAP, es la Coordinadora del Depto. de Biología y Toxicología de la Reproducción, Coordinadora de los Programas Regional e Internacional de la Maestría de Educación en Ciencias, es Representante por la BUAP como asesor Técnico en el Proyecto Red Mesoamericana de Recursos Bióticos, Representante de la Maestría de Educación en Ciencias de la BUAP ante la Cátedra Científica de la UNESCO.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **ahandals@yahoo.com.mx**

## Biól. Norma A. Hernández Corona

**Síntesis CV**

Estudiante del Programa interuniversitario de Educación Ambiental, Universidad Autónoma de Madrid, con los 32 créditos concluidos. Diploma en Estudios Avanzados con el Proyecto de Investigación: Situación actual y perspectivas de la Educ. Ambiental en España, bajo la dirección del Dr. en Ecol. Javier Benayas del Álamo. Publicaciones 2003. Benayas J.J. Gutiérrez y N. Hernándes. La Investigación en educación ambiental en España. Ministerio del Medio Ambiente. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Educación Ambiental. Págs. 176. 2005. Cervantes, Fernando A. y Norma A. Hernández-Liebre cola negra. En los mamíferos silvestres de México. G. Ceballos y g. Oliva (Coords.) FCE.

**Institución** **Universidad Autónoma de Madrid (UAM)**
**Correo electrónico** **arahernandez@yahoo.com**

## Biól. A. Yadira Hernández Corona

**Síntesis CV**

Realizó su tesis de licenciatura sobre la presencia de animales en los libros de texto gratuito. Embajadora de la Lectura enfocada al área de las ciencias. Dirección Primaria (SEP).

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **hecay_71@yahoo.com.mx**

## Dr. J. Arahón Hernández Guzmán

**Síntesis CV**

Es Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos, por la Universidad Autónoma Chapingo (1987), Maestro en Ciencias en Producción de Semillas, por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (1998) y Doctor en Fitomejoramiento, con orientaciones secundarias en Fisiología de Cultivos y Biología de Semillas por la Universidad de Cornell, Nueva York, USA (2006). La investigación desarrollada y en curso se enfoca al fotomejoramiento, la productividad y la producción de semillas, con énfasis en el cultivo de maíz, aún cuando ha incursionado en otros cultivos, como son: cacahuate, frijol, jitomate, alfalfa y dalia. En colaboración con el SNICS, ha trabajado aspectos relacionados a la descripción varietal, la actualización de las normas mexicanas para la certificación y conservación *in situ* de razas de maíz en peligro de extinción, particularmente para el caso de la raza Jala, en Nayarit. Sus líneas generales de investigación en la actualidad son: el mejoramiento del rendimiento y de su estabilidad en maíz, la recuperación de la longitud de mazorca de la raza de maíz Jala y la agregación de valor en maíz, a través del desarrollo de variedades para diversos usos especiales. Ha participado en docencia y en la asesoría de estudiantes a nivel licenciatura y postgrado, cuenta con publicaciones de fichas técnicas en catálogos de circulación nacional y de artículos científicos en revistas indexadas, así como con publicaciones en memorias de congresos nacionales e internacionales.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **arahon@colpos.mx**

## M.C. Jorge Ezequiel Hernández Hernández

**Síntesis CV**

Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la ESMVZ A. C., 1988 en Puebla, México. Maestría en Ciencias en Producción Animal por la Universidad Autónoma de Chihuahua, 1988; Especialidad en Reproducción bovina por la ESMVZ A. C. y UNAM, 1991. Diplomado en Docencia Universitaria en Ciencias Veterinarias, por la Universidad de Camagüey, Fac. de Ciencias Agropecuarias, Cuba, 2006.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **ovichiv_05@yahoo.com**

## Lic. Cecilia Leticia Hernández Hernández

**Síntesis CV**

Egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en 2001, realizó un diplomado en herbolaria y otras terapias alternativas en 2002, colaboró con la red mexicana de plantas medicinales-SSA, en la capacitación de médicos tradicionales de módulos de medicina tradicional en el estado de Puebla en 2003. Es colaboradora del proyecto Recuperación, sistematización y promoción de la herbolaria en comunidades de Tlaxcala y Puebla. Trabajó en la STPS como agente capacitador externo de 2002 a 2005, a jornaleros agrícolas. Actualmente labora en la Comisión de Áreas Naturales Protegidas en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán como técnico del Programa de conservación y Manejo.

**Institución** **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)**
**Correo electrónico** **chernandez@conanp.gob.mx / cecilialher@yahoo.com.mx**

## M.C. Carlos Alberto Hernández Jiménez

**Síntesis CV**

Biólogo por la BUAP, M. en C. por la UNAM, asistente a seis cursos y diplomados, participante en cinco proyectos de investigación nacionales e internacionales, nueve publicaciones científicas en revistas nacionales e internacionales, seis publicaciones en revistas de divulgación, expositor en 10 congresos, cursos, diplomados y conferencias nacionales e internacionales, tres estancias de investigación en México y Estados Unidos, becario de CONACYT 2006-2008, primer lugar en el concurso de exposición oral.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **acaltetepon22@gmail.com**

## Dr. J. Santos Hernández Zepeda

**Síntesis CV**

Doctor en Veterinaria (Programa Ganadería Ecológica, Producción Animal) en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, España; ha participado en el rubro Investigación y Divulgación con la presentación de artículos académicos, capítulos de libro y revistas científicas con arbitraje. Ha participado en la organización de eventos académicos a nivel estatal y nacional entre los que destacan las Reuniones Nacionales sobre Caprinocultura, la Reunión de Investigación Pecuaria y la Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Escuelas y Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **jshdez4@yahoo.com.mx**

## Dr. B. Edgar Herrera Cabrera

### Síntesis CV

Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, por sus estudios sobre Diversidad de los Recursos Genéticos en cultivos agrícolas 1999. Realizó un Post-doctorado en el Departament of Animal and Sciences, The University of Sheffield y se ha desempeñado como investigador del Colegio de Postgraduados 1987 y como profesor de postgrado del Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Campus Puebla, desde 1992. Ha publicado en revistas de nivel nacional (CONACYT) e internacional (ISI), capítulos de libros, memorias en extenso, resúmenes en diferentes congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de postgrado y licenciatura sobre diversidad, caracterización y rendimiento de los recursos genéticos en maíz, haba, laelia y vainilla, así como en el conocimiento tradicional. Dentro de los reconocimientos recibidos destacan: ser miembro del sistema Nacional de Investigadores (SIN) 2000-2008. Reconocimiento y Premio al Mérito Agropecuario 2007, por su aporte al agro poblano por sus estudios de diversidad y caracterización en cultivos como haba y vainilla, Gobierno del estado de Puebla Secretaría de Desarrollo Rural. Beca del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología para realizar sus estudios de Postgrado. Ha dirigido proyectos de investigación del CONACYT a nivel nacional y estatal, de la Fundación Produce Puebla y del Colegio de Postgraduados. Es miembro de diversos comités editoriales y de evaluación de proyectos estatales y nacionales.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
Correo electrónico **behc@colpos.mx**

## M.C. Beatriz Herrera López

### Síntesis CV

Lic. en Turismo por la Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla. Egresada de la Escuela de Lenguas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, (BUAP). Maestra en Gestión Cultural, Turismo, Patrimonio y Naturaleza por el Instituto Ortega y Gasset de Madrid, España. Coordinadora Académica de la Fac. de Administración Hotelera y Turística, UNAB (Colombia), y docente e investigadora de tiempo completo en la misma. Par académico del Consejo Nacional de Acreditación de Colombia. Catedrática en la BUAP, Universidad Iberoamericana, Puebla y Universidad Anáhuac. Asesora del C. Secretario de Turismo del Gobierno del estado de Puebla, en desarrollo turístico. Publicaciones: "Guía de Desarrollo Turístico Municipal".

Institución **Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Puebla**
Correo electrónico **beatrizherreralope@gmail.com**

## Ing. José Luis Huerta Vázquez

### Síntesis CV

Ingeniero Forestal egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, ha trabajado en Pro-bosque, en programas de Restauración Ecológica de la Delegación de Recursos Naturales, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, actualmente es Subdelegado de Gestión para La Protección Ambiental y Recursos Naturales de la SEMARNAT, Delegado en el estado de Puebla.

Institución **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**
Correo electrónico **protección@puebla.semarnat.gob.mx**

## Biól. María Antonieta Isidro Vásquez

### Síntesis CV

Actualmente colabora en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en la elaboración de proyectos relacionados con la etnobotánica, durante 19 años estuvo trabajando en la dirección de botánica en el Instituto de Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas en temas relacionados con la etnobotánica en grupos étnicos como los zoques. Ha publicado hasta la fecha 12 libros y tres artículos en revistas.

Institución **Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán**
Correo electrónico **maryisidro@hotmail.com**

## Dr. Jesús Jasso Mata

### Síntesis CV

Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques 1960, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo; Master of Forestry 1966, NCSU, EUA; Ph. D. 1990, Yale University, New Haven, C.T, EUA. Imparte cátedras de Genética Forestal, Colegio de Postgraduados: Biotecnología Forestal, Mejoramiento Genético Forestal y Genotecnia Forestal; Universidad Autónoma Chapingo. Investigador en: Estudios de variación, mejoramiento genético in situ y ex situ y conservación de recursos genéticos en especies forestales en México, con énfasis en los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. Premio Nacional Forestal, 1997. Miembro del SNI nivel II.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Montecillo**
Correo electrónico **jejama@colpos.mx**

## M.C. Félix Jiménez Bautista

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo en fitotecnia, M. en C. en productividad agropecuaria, asesor técnico en producción bajo invernadero, profesor-investigador en la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGTA); jefe del área técnica en DGTA, ha sido presidente del comité estatal de investigación en la DGTA, vicepresidente del Colegio de Ing. Agrónomos en Puebla, director de Desarrollo Administrativo, planeación e informática, ha participado en la integración de los libros de cadenas.

**Institución** **Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla (SDR)**
**Correo electrónico** **jimenezbf2004@hotmail.com**

## Est. Biol. Francisco Javier Jiménez Moreno

**Síntesis CV**

Es alumno de la Escuela de Biología, ha participado en exposiciones temporales en el Museo Universitario (Casa de los Muñecos) y en el Museo de Historia Natural, fue colaborador del aviario de Puebla, ha expuesto en simposios y congresos nacionales de zoología y ornitología desde el año 2003, ha escrito artículos de divulgación para los periódicos El Universal, El Síntesis y El Sol de Puebla, actualmente es miembro de la sociedad mexicana de ornitología.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **pacorex4@hotmail.com**

## Biól. David Jiménez Ramos

**Síntesis CV**

Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Puebla, con Especialidad y Posgrado en Desarrollo Rural por la Universidad Autónoma Metropolitana, con diplomado en Evaluación de Impacto Ambiental. Con experiencia de más de 10 años en desarrollo comunitario, con diferentes grupos, organizaciones y comunidades campesinas e indígenas de entidades de México, específicamente en el Manejo integral y colectivo de los recursos naturales en unidades para la conservación y aprovechamiento de vida silvestre (UMAs: venado cola blanca, iguana verde y negra), en turismo comunitario y diversificación productiva.

**Institución** **Altépetl, Desarrollo Comunitario Productivo y Ambiental. A. C.**
**Correo electrónico** **altepeltdavid@gmail.com**

## Quím. Teresita Jiménez Salgado

**Síntesis CV**

Es Químico Farmacobiólogo egresada de la BUAP y candidata a Maestra en Ciencias en Edafología, especialidad en Biotecnología. Responsable y colaboradora de proyectos de investigación con apoyo de CONACYT, SEP, SEMARNAT y BUAP en líneas sobre biofertilización de cultivos agrícolas en cultivos anuales y perennes, búsqueda de microorganismos asociados a cultivos de café, caña de azúcar, piña y agave entre otras, y estudios de poblaciones microbianas en suelos contaminados con hidrocarburos. Es asesora de estudiantes de licenciatura y de posgrado, ha presentado ponencias en congresos nacionales e internacionales, así como publicaciones en revistas arbitradas.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **terjimensal@yahoo.com.mx**

## Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza

**Síntesis CV**

Obtuvo el título de Química Agrícola en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana en 1984, y el grado de Doctora en Ciencias en la École Nationale Superieure Agronomique de Rennes, Francia en el año 2000 con la tesis titulada "Étude génétique et physiologique de la proportion de cosses dans les gousses du lupin blanc et de ses conséquences sur le rendement en graines". Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I desde el año 2000. De 1992 a la fecha se desempeña como Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados e imparte la cátedra de Fisiología y nutrición de cultivos tropicales. Desarrolla investigación sobre Estudios Genéticos y Fisiológicos del Rendimiento de Cultivos Tropicales, con énfasis en especies nativas.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Tabasco**
**Correo electrónico** **lagunesc@colpos.mx**

## M.C. José David Lara González

**Síntesis CV**

Ingeniero Civil con estudios de posgrado a nivel maestría en Hidrología Subterránea y también de maestría en Ciencias Ambientales en el área de recursos naturales y ambiente. Candidato a doctor en Ciencias Ambientales en el área de ambiente y desarrollo sustentable. Profesor-Investigador con participación en proyectos de investigación y productivos en evaluación, uso, manejo y conservación de recursos naturales con énfasis en los recursos suelo y agua. Así como en estudios y proyectos de educación ambiental para la difusión y divulgación de la problemática socioambiental del desarrollo.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **filobobos2002@yahoo.com**

## M.C. Iván Lira Baylón

**Síntesis CV**

Maestro en Ciencias Sociales de la Administración Turística por parte de la UNIDES, actualmente desempeña las funciones de Director de Desarrollo de la SECTUR en el estado de Puebla. Ha desarrollado estrategias de desarrollo multidisciplinario con entidades de gobierno Federal y Estatal, lo que ha permitido gestionar el desarrollo del turismo de naturaleza en el Edo., privilegiando la conformación de grupos comunitarios campesinos e indígenas; actualmente se encuentra realizando la tesis para obtener el grado de Maestro en Desarrollo Regional en el Colegio de Puebla, A.C.

**Institución** **Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Puebla**
**Correo electrónico** **ivanliravaylon@gmail.com**

## Dr. Ricardo Lobato Ortíz

**Síntesis CV**

Egresada de la Universidad Autónoma Chapingo, con Maestría en Genética por el Colegio de Postgraduados en 2002 y Doctor en Ciencias (Ph. D.) en Genética y Mejoramiento Genético Vegetal por la Universidad de Cornell, Nueva York, USA. Su área de investigación incluye la combinación de la genética y mejoramiento genético clásicos con las nuevas herramientas de la biología molecular. Ha participado en diversas ponencias de la Sociedad Mexicana de Fitogenética (SOMEFI) y de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas (ASHS).

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Montecillo**
**Correo electrónico** **rlobato@colpos.mx**

## M.C. Lucía López Reyes

**Síntesis CV**

Maestra en Microbiología, orientación en Suelos por el CICM-BUAP. Profesora-Investigadora del Laboratorio de Microbiología de Suelos del ICUAP. Seis publicaciones en revistas científicas, cuatro capítulos de libros editados por la BUAP, 17 publicaciones *in extenso*, 14 direcciones de tesis de licenciatura y 5 de maestría; revisor de 9 artículos científicos en Terra Latinoamericana, seis proyectos de investigación dirigidos y 11 colaborados.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **lulope@siu.buap.mx**

## Dr. Higinio López Sánchez

**Síntesis CV**

Es Profesor-Investigador Asociado en el Colegio de Postgraduados, institución en la que inició sus actividades académicas en 1989. Cursó estudios de Licenciatura en el Dpto. de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, obtuvo el grado de Maestría en Ciencias en el Programa Interdisciplinario de Producción de Cultivos y Fisiología de la Universidad Estatal de Iowa, EUA. Ha participado en la publicación de diez artículos científicos en revistas como Field Crops Research, Seed Technology Crop Management, International Journal of Biometeorology y Revista Fitotecnia Mexicana, cinco capítulos de libros, además de 37 resúmenes en memorias de congresos, simposios y reuniones académicas. Ha impartido cursos sobre la Escritura y Publicación de artículos científicos y sobre Fitomejoramiento Vegetal, además ha dictado 14 conferencias y presentado 10 ponencias en diferentes eventos académicos. Sus actividades de investigación han sido enfocadas al flujo de transgenes, al estrés ambiental y a la conservación y mejoramiento de los recursos fitogenéticos. Ha sido miembro de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, de la American Society of Agronomy y de la Crop Science Society of America. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores con la categoría de Candidato.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
**Correo electrónico** **higiniols@colpos.mx / higiniols@live.com**

## M.C. Ma. Concepción López Téllez

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Puebla con Especialidad y Posgrado en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional Autónoma de México, es Profesor-Investigador del Laboratorio de Sistemática y Recursos Naturales de la Escuela de Biología de la BUAP, ha realizado trabajo con la biodiversidad de mamíferos en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas; así como en la diversidad de flora y fauna de Puebla, Tlaxcala y Chiapas, abarcando temas de ecología de poblaciones, comunidades e interacciones biológicas. Participa en proyectos con organizaciones y comunidades campesinas e indígenas específicamente en el manejo integral y colectivo de los recursos naturales y conservación de la biodiversidad, asesora en unidades para la conservación.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **amadea01@hotmail.com / cs001414@siu.buap.mx**

## Dr. Javier López Upton

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo, 1981-1985; Maestro en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas y un doctorado por la Universidad de Florida. Profesor-Investigador Titular del Colegio de Postgraduados en las Cátedras de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales y Manejo de Germoplasma Forestal. Actualmente es miembro del SNI nivel III.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS)**
**Correo electrónico** **uptonj@colpos.mx**

## Biól. Karina Luna Tenorio

**Síntesis CV**

Licenciada en Biología por la BUAP, miembro-fundador del grupo de Educación Ambiental (EA) de la Escuela de Biología, BUAP; miembro del grupo interinstitucional de EA-UAPAEP-BUAP, ponente y asistente de diversos congresos nacionales e internacionales, organizador del 1er ciclo de conferencias de EA en la Escuela de Biología, evento que reunió a los más importantes investigadores de EA en el Edo. de Puebla. Coordinadora del proyecto de Evaluación de Actitudes y conocimientos ambientales en escolares de primaria del municipio de Puebla, en donde participó la SEP, la BUAP y la UPAEP; estudiante de doctorado en EA por la Universidad de Granada, España.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**
**Correo electrónico** **lunita122@hotmail.com**

## Biól. Ricardo Luría Manzano

**Síntesis CV**

Es egresado de la Escuela de Biología de la BUAP. Ha presentado trabajos en congresos nacionales; en su tesis de licenciatura trabajó con aspectos reproductivos de la rana *Hyla euphorbiacea* en la sierra negra de Puebla.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **doumbek@hotmail.com**

## Dr. Ernesto Mangas Ramírez

**Síntesis CV**

Biólogo por parte de la UNAM con Maestría en Ciencias Ambientales por parte de la Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y Doctorado en Ciencias del Mar y Limnología (UNAM). Primer graduado en el área de Limnología nivel doctorado en la UNAM, investigador Nacional Nivel I, actualmente dirige proyectos encaminados a la ecología y restauración de sistemas acuáticos. Ha publicado diversos artículos en revistas internacionales indexadas y ha establecido vínculos de cooperación con la Universidad de Oporto (Portugal) y la Universidad de Valencia (España); actualmente es el coordinador de laboratorio de Ecología y Restauración de Sistemas Acuáticos en la Escuela de Biología de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **emangasmx@yahoo.com.mx**

## Biól. Miguel Martínez Fernández

**Síntesis CV**

Egresado de la Escuela de Biología de la BUAP, con Diplomado en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, impartido en la Universidad Iberoamericana, Puebla; ha trabajado en proyectos relacionados con la Ecología y Sistemática de mamíferos mexicanos/estudios alimenticios en Lagomorfos silvestres, etnozoología para mamíferos en el Parque Nac. Pico de Orizaba, Puebla. También ha participado como Inspector especializado en Medio Ambiente, en estudios de Impacto Ambiental, Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental y Normatividad; ha participado en diversos congresos y talleres de educación ambiental. Actualmente coordina el depto. de Vida Silvestre en la delegación Puebla, SEMARNAT.

Institución **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**
Correo electrónico **miketaxus@hotmail.com / miketaxus@yahoo.com.mx**

## Dr. Jesús Martínez Vázquez

**Síntesis CV**

Realizó la Licenciatura de Biología, la Maestría en Ciencias (Biología) en la UNAM, es profesor-investigador de la Escuela de Biología de la BUAP desde 1996. Ha participado en proyectos sobre los mamíferos de Puebla y Oaxaca, y en Congresos Nacionales e Internacionales, es miembro de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. (AMMAC, A.C.), Ammerican Society of Mammalogist (ASM) de EUA, fue coordinador de dos libros sobre métodos de recolección de plantas y animales publicados en la editorial de la BUAP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **jesusmartinez90@hotmail.com**

## Dra. Rosario Medel Ortíz

**Síntesis CV**

Bióloga, con Maestría en Ciencias Forestales y Doctorado en Manejo de Recursos por la Universidad Autónoma de Nuevo León; ha publicado más de 25 artículos relacionados con la taxonomía y diversidad de los hongos ascomicetes en revistas nacionales y extranjeras, 4 capítulos de libros, ha impartido cursos de licenciatura y posgrado relacionados con la micología y talleres de taxonomía de Ascomicetes, tanto en México como fuera del país. Investigador del Instituto de Ecología de 1996-2001, Posdoctorado en el Instituto de Ecología (2006-2008). Actualmente es Investigador Titular de tiempo completo del IGF de la Universidad Veracruzana.

Institución **Universidad Veracruzana (UV)**
Correo electrónico **romedel@uv.mxl**

## Lic. Hiram Méndez Crisanto

**Síntesis CV**

Abogado litigante de 2001 a la fecha, en la Procuraduría General de Justica del Edo. de Puebla (2003-2004); Catedrático del Centro Universitario Irlandés, Derecho Político y Ley Electoral, Derecho Constitucional (2004-2005). Catedrático del Colegio de Bachilleres del Edo. de Puebla (2004-2005). Ayuntamiento del Municipio de Puebla: Secretaría de Planeación e Inversión, Contraloría Municipal y Jefe del Depto. de Seguimiento y registro de Programas Sociales, Secretaría de Desarrollo Social Municipal, (2005-2008), actualmente en la Agencia de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable del Municipio de Puebla.

Institución **Ayuntamiento del Municipio de Puebla**
Correo electrónico **himecr7@yahoo.com.mx**

## Biól. Roxana Mendoza Cuamatzi

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la Escuela de Biología de la BUAP, ha participado en proyectos de investigación relacionados con las aves en varios estados del país, así mismo, ha impartido cursos y talleres sobre muestreo y observación de aves, ha presentado 15 ponencias en Simposios y Congresos de Entomología, Ornitología y Zoología sobre diversos temas de aves. También ha participado en la elaboración de dos artículos de divulgación científica sobre ectoparásitos de aves en México; actualmente es miembro de la Sociedad Mexicana de Ornitología A.C.

Institución **Sociedad Mexicana de Ornitología (SMO) BUAP**
Correo electrónico **roxy28338@hotmail.com**

## M.C. Hugo Rodolfo Molina Arroyo

**Síntesis CV**

Egresado de la Escuela de Biología de la BUAP, con Maestría en Ciencias Ambientales en la Fac. de Ciencias de la UNAM. Es Profesor-Investigador de tiempo completo del Laboratorio de Ecotoxicologia de la Esc. de Biología de la BUAP. Con especialidad en la ecofisiología y ecotoxicología de organismos acuáticos de interés comercial. Conforma el cuerpo académico de Ecología y Ecotoxifisiología ambiental. Pertenece al padrón de investigadores 2007-2011, así como al perfil PROMEP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **hmolina@siu.buap.mx**

## M.C. Aideé Montiel Martínez

**Síntesis CV**

Se graduó como bióloga en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y como maestra en ciencias del mar y limnología por la Universidad Nacional Autónoma de México obteniendo el grado con Mención Honorífica. Ha trabajado con zooplancton epicontinental desde el 2001 en rubros de ecotoxicología, ecología, taxonomía. Ha sido ponente de congresos nacionales e internacionales, becaria de CONACYT, COMECY, DGEP y PAPIIT. Recientemente distinguida con la portada del volumen en el que apareció un artículo suyo en Journal Plankton Research 2008, 30 (10).

Institución **Departamento de Ciencias Biológicas de la UNAM**
Correo electrónico **amontiel_hi@yahoo.com.mx**

## Dra. Carolina Morán Raya

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la FES Zaragoza, UNAM; M. en C. UNAM; Doctorado en Neuroetología, Universidad Veracruzana. Realiza investigación básica en el área de neuroendocrinología, neuroanatomía de las gónadas y comportamiento animal. Tiene 8 publicaciones en revistas arbitradas y 6 capítulos de libro. Actualmente es profesor-investigador del Instituto de Ciencias de la BUAP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **moranraya@yahoo.com.mx**

## Dr. Miguel Ángel Morón Ríos

**Síntesis CV**

Lic. en Biología (1975), Maestría en Ciencias (1977) y Doctorado en Ciencias (Biología) (1985) Fac. de Ciencias, UNAM. Investigador Nacional Nivel III, SIN (1991-2017); premio de investigación Científica 1992, área de Ciencias Naturales, AIC, México; Cátedra Patrimonial de Excelencia Nivel II, CONACYT (1997-1999). 180 artículos de investigación en revistas con arbitraje de México, EUA, Canadá, Costa Rica, Colombia, España, Gran Bretaña, Italia y Nueva Zelanda; 8 libros, 41 capítulos de libros y 45 artículos de divulgación científica.

Institución **Instituto de Ecología A.C (INECOL)**
Correo electrónico **miguel.moron@inecol.edu.mx**

## M.C. Cecilia Nava Ávila

**Síntesis CV**

Se encuentra cursando el Doctorado en el Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, con Maestría en Ciencias por la Universidad de Yucatán, Licenciatura en la BUAP, con experiencia laboral en docencia a nivel maestría, licenciatura y educación no formal. Experiencia en proyectos de investigación comunitarios con relación al manejo de recursos naturales. Participación en congresos nacionales e internacionales.

Institución **Universidad Veracruzana (UV)**
Correo electrónico **ncelina2002@yahoo.com.mx / cnaval@uv.mx**

## M.C. Dani Newcomb

**Síntesis CV**

Maestría en Ciencias en Recursos Naturales con una concentración en Ecología Acuática y el Manejo de Cuencas (2007), Rubenstein Escuela de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de Vermont 2005; Licenciatura en Ciencias Ambientales con una concentración en Cambio Climático. Escuela de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SNRE), Universidad de Michigan.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Puebla**
**Correo electrónico** **dani.newcomb@puebla.semarnat.gob.mx**

## Dr. Benjamín Ortíz Espejel

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Maestro en Antropología Social por el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Doctor en Ciencias por el Instituto de Ecología A.C. Ha realizado el entrenamiento internacional Leadership for environmental and development financiado por la Fundación Rockefeller y auspiciado por El Colegio de México A.C. Tiene 4 libros publicados sobre manejo y percepción de recursos naturales en México. Actualmente coordina el Programa Interdisciplinario en Medio Ambiente de la Universidad Iberoamericana, Puebla. Ha realizado investigaciones pioneras sobre la biodiversidad del suelo en potreros tropicales.

**Institución** **Universidad Iberoamericana Puebla (UIA)**
**Correo electrónico** **benjamin.ortiz@iberopuebla.edu.mx**

## Lic. Ana María Palomares López

**Síntesis CV**

Licenciatura en Geología, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Especialidad Geólogo Marino, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Ing. Geólogo de apoyo en el Servicio Geológico Mexicano realizando actividades: cartográficas geológicas, geoquímicas y mineras. Actualmente es técnico superior en operaciones de campo en el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), participado en la elaboración, revisión y reproducción del material cartográfico, actualización de la carta topográfica y actualización de la cartografía geológica.

**Institución** **Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI-CE Puebla)**
**Correo electrónico** **ana.palomares@inegi.org.mx**

## Dr. Ricardo Pérez Avilés

**Síntesis CV**

Doctor en Sociología, egresado de la UNAM; Profesor-Investigador de Tiempo Completo en la BUAP. Actualmente es Coordinador del Departamento Universitario para el Desarrollo Sustentable y funge como Consejero Propietario en el Instituto de Ciencias, así como miembro del Comité Editorial de la Revista Rumbo Rural del CEDRSSA de la H. Cámara de Diputados LXI Legislatura y vocal del comité ejecutivo Nacional de la AMER.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **cs000305@siu.buap.mx**

## Est. Biol. Yosaira Pérez Hernández

**Síntesis CV**

Estudiante de 10° cuatrisemestre de la Escuela de Biología de la BUAP. Realizó una estancia de dos meses en Autlán de la Grana, Jalisco, trabajó con fauna silvestre, a cargo del Dr. Luis Ignacio Iñiguez Dávalos. Participó como asistente en el VIII y IX Congreso Nacional de Mastozoología. Actualmente realiza su servicio social en el Programa de Diagnóstico de Vida Silvestre del edo. de Puebla en UMAs de la mixteca poblana con la M.C. Ma. Concepción Lópes Téllez.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **yosauria@hotmail.com**

## M.V.Z. Bernardino Pérez Rentería

**Síntesis CV**

Egresado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la BUAP. Asesor independiente de diversas unidades de producción, principalmente de bovinos de leche, carne y ovinos en varios estados de la República Mexicana. Responsable de diversos programas de la S.D.R. tales como encargado del Centro Demostrativo y de Capacitación "Vicencio", responsable del Punto de Verificación Interna "Amozoc, Pue." Coordinador de la Cadena Productiva Bovinos de Leche del Estado de Puebla. Actualmente se desempeña como Coordinador de Ganadería en la Delegación de San Martín Texmelucan, Puebla.

**Institución** **Secretaría de Desarrollo Rural (SDR)**
**Correo electrónico** **bernas_renteria@hotmail.com**

## M.C. Betzabeth Cecilia Pérez Torres

**Síntesis CV**

Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. En los últimos años ha estado contratada por medio de proyectos como ayudante de investigación en el Departamento de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias, BUAP. Ha participado como colaborador en cinco proyectos de investigación, autor principal de tres capítulos de libro y coautor de cuatro más. Ha participado en cinco congresos internacionales y nacionales. Sus líneas de investigación versan sobre Entomología Agrícola.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **cs002445@siu.buap.mx**

## Biól. Adolfo Pérez Vargas

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **dofustofus@hotmail.com**

## Dra. Rocío Pérez y Terrón

**Síntesis CV**

Doctorado en Tecnología Avanzada, CIBA, Instituto Politécnico Nacional, (2008). Maestría en Ciencia Microbiológicas, CICM-ICUAP, BUAP, (1998). Lic. Químico Farmacobiólogo, Ciencias Químicas, BUAP, (1985). Profesor-Investigador Titular A tiempo completo, Escuela de Biología, BUAP. Proyectos: Diversidad microbiana de maíz en Puebla, 2007 a la fecha. Búsqueda de *Pantoea* sp. en maíz cultivado en México, 2006-2008. Aislamiento e identificación de hongos y bacterias saprófitos y patógenos, 2002-2004.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **rocperez@siu.buap.mx**

## Dra. Yareni Perroni Ventura

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la BUAP. Estudió el doctorado en el Instituto de Ecología (INECOL), Xalapa, en el Programa de Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Fue becaria postdoctoral del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC-UNAM) en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), UNAM en el marco del proyecto "Mecanismos de disponibilidad de N y P del suelo en un desierto del norte de México". Es miembro de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología (SCME) y de la Ecological Society of America (ESA). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel Candidato).

**Institución** **Universidad Veracruzana (UV)**
**Correo electrónico** **yperroni@uv.mx**

## Ing. Quím. Mario Picazo Loyo

**Síntesis CV**

Ing. Químico egresado de la BUAP. Actualmente realiza estudios de Maestría en el Postgrado en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias de la BUAP. Tiene experiencia laboral en Seguridad Industrial realizando auditorías de higiene y seguridad industrial. Ha evaluado análisis de riesgos de proyectos de PEMEX-Petroquímica y ha impartido pláticas de seguridad industrial a personal de la misma dependencia. Participó en el Programa de Prevención de Accidentes del Complejo Petroquímico Independencia.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **mario_picazo@yahoo.com.mx**

## Biól. Marco Antonio Pineda Maldonado

**Síntesis CV**

Desde 1992 se ha desempeñado principalmente en el área de la ilustración biológica como profesional independiente para diversas instituciones. Ha sido invitado a impartir conferencias, talleres y docencia con temas referentes a taxonomía, evolución, eras geológicas, historia, evolución y extinción de los dinosaurios e ilustración biológica. También ha participado en el desarrollo de proyectos de conservación y manejo de recursos naturales en la ciudad de Puebla, en coordinación con la Escuela de Biología de la BUAP. Cuenta con participaciones en la elaboración de libros de difusión con temas relacionados con los recursos naturales.

**Institución** **Bioimagen, A.C.**
**Correo electrónico** **bioimagen@yahoo.com**

## Biól. José Carlos Pizaña Soto

**Síntesis CV**

Egresó de la carrera de Biología de la UNAM en 1987, es jefe del departamento de áreas naturales del Instituto de Historia Natural de Chiapas. A cargo de las Reservas de la Biosfera "El Triunfo", "La Encrucijada", "Selva del Ocote" y "la Sepultura", Director de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas; Director de la Reserva de la Biosfera "Tehuacán-Cuicatlán", Oaxaca-Puebla. Coordinador de los programas de manejo de las reservas de la biosfera "El Triunfo", "La Sepultura" y "Tehuacán-Cuicatlán". Diplomado en Manejo de Áreas Naturales Protegidas, Universidad Antonio Narro, Diplomado en Estrategias y técnicas para la conservación por el tecnológico de Monterrey. Servidor Público de Carrera, CONANP.

**Institución** **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)**
**Correo electrónico** **jcpizana@conamp.gob.mx / jcpizana.62@hotmail.com**

## M.C. Alma Delia Ramírez Guarneros

**Síntesis CV**

Licenciatura en Químico Farmacobiología, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Puebla (1977), Curso de Parasitología Médica Avanzada. Instituto Politécnico Nacional, Especialidad en Tecnología de la Enseñanza VIEP-BUAP 1995. Maestría en Administración de Servicios de Salud, Facultad de Medicina BUAP 2000. Maestría en Ciencias de Laboratorio Clínico, Ciencias Químicas BUAP-Universidad de la Habana 2005. Dirección de 35 tesis, Jurado de exámenes profesionales. Mención Honorífica en el Examen Profesional de Licenciatura (1978). Premio de Consolidación y Fortalecimiento de Programas de Servicio Social Comunitario. Fundación FORD, SEP, ANUIES. 2000.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **alma.ramirez@fcquim.buap.mx**

## Dr. Carlos Ramírez Herrera

**Síntesis CV**

Egresado de la División de Ciencia Forestal, Universidad Autónoma Chapingo como Ingeniero Forestal. Estudió una Maestría en Ciencias en el Programa Forestal del Colegio de Postgraduados. Estudió un Doctorado (Ph. D.) en "Foresty and Environmental Management", en la Universidad de New Brunswick, Canadá. Actualmente es Profesor-Investigador en el Postgrado Forestal en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS) Campus Montecillo**
**Correo electrónico** **kmcram@colpos.mx**

## Pas. Berenice Ramírez Vera

**Síntesis CV**

Se encuentra colaborando con la M. en C. Concepción López Téllez y el M. en C. David Jiménez en la región de la Mixteca Poblana, en el monitoreo de fauna silvestre, y realizando estudios de Impacto Ambiental en diferentes zonas del estado de Puebla. Participa en la Escuela de Biología como apoyo en los talleres de Educación Ambiental, capacitación a alumnos en el muestreo y en el servicio social en la restauración y mantenimiento de animales disecados. Con la empresa Altepetl realizó el trabajo de "Agroindustrialización del árbol de Linaloe y Ecotecnias". Ha impartido cursos de Taxidermia científica y exposición.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **bereramiver@hotmail.com**

## Biól. José Edmundo Rivera Herrera

**Síntesis CV**

Egresado de la Escuela de Biología de la BUAP. Realizó su tesis sobre el conocimiento de la fauna que tienen los pobladores de la Mixteca Poblana. Tiene una presentación en un congreso nacional y el capítulo de un libro en prensa.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **ppriverah@hotmail.com**

## Dra. Maricela Rodríguez Acosta

**Síntesis CV**

Es Directora del Herbario y Jardín Botánico de la BUAP, de los cuales es fundadora. Realizó estudios de Maestría en la Facultad de Ciencias de la UNAM y el Doctorado en Ciencias de las Plantas en la Universidad de Southampton en Inglaterra. Sus proyectos van desde la formación y enriquecimiento de las Colecciones Biológicas y Botánica Económica, hasta investigación sobre bioenergía a partir de aceites esenciales y biomasa. Actualmente es colaboradora de Species Survival Comission de la IUCN (Unión para la Conservación de la Naturaleza), para los cuales, en colaboración con Fauna y Flora Internacional, ha evaluado las poblaciones de *Quercus insignis* y *Q. hintonni* para todo el país.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **macosta@siu.buap.mx**

## M.C. Gloria Elvira Rodríguez Gutiérrez

**Síntesis CV**

Egresada de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), realizó la Maestría en el Posgrado de Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias de la BUAP, candidata a Doctora por la misma institución; miembro fundador y ex presidenta de la Red de Educadores Ambientales del Estado del Puebla, Catedrático de Ecología en bachillerato en la UPAEP, formó parte del grupo técnico para la elaboración de la Estrategia de Educación Ambiental del Estado de Puebla, actualmente es la Directora de "La Casa de las Hormigas".

**Institución** **Agencia de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable**
**Correo electrónico** **gloriaerg@yahoo.com.mx**

## Est. Marisol Rodríguez Olvera

**Síntesis CV**

Estudiante del Colegio de Bachilleres del Estado de Puebla, plantel 23, Zacatlán Puebla (2000-2003) y actualmente de la Escuela de Biología de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **chochos_0505@hotmail.com**

## Fís. Mat. Tobias Rodríguez Ramírez

**Síntesis CV**

Físico Matemático egresado de la Fac. de Ciencias Físico-Matemáticas de la BUAP, (1974-1979). Biólogo Molecular-Facultad de Biología de la Universidad Kliment Oxridski de Sofía, Bulgaria, (197-1985). Diplomado en Servicio Social por la BUAP (1999-2000).

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **tobro@hotmail.com**

## Dr. Octavio Rafael Rojas Soto

**Síntesis CV**

Doctor en Ciencias Biológicas. Desarrolló investigación sobre los patrones de distribución geográfica, ecológica y estacional de las aves mediante modelos predictivos de distribución potencial con el uso de algoritmos genéticos. Además, estudió los patrones filogeográficos de aves usando ADN mitocondrial. Ha realizado proyectos sobre inventarios de aves en diversas partes de México como: Hidalgo, Puebla, Querétaro, Guerrero, Baja California, Sonora, etc.

**Institución** **Instituto de Ecología A.C. (INECOL)**
**Correo electrónico** **octavio.rojas@inecol.edu.mx**

## C. Dr. Omar Romero Arenas

**Síntesis CV**

Es Lic. en Biología, egresado de la escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (2003). Actualmente es Investigador-Docente de la Escuela de Ingeniería Agroforestal de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde se ha desempeñado como Coordinador General de la Unidad regional Tetela a partir de enero de 2008. Candidato a Doctor en Ciencias dentro del Postgrado ofertado por el Colegio de Postgraduados "Campus Puebla" dentro del programa: Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional y en la especialidad de Biotecnología para la Conservación y uso Sustentable de los Recursos Naturales.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Campus Tetela**
**Correo electrónico** **biol.ora@hotmail.com**

## M.C. Salvador Romero Castañón

**Síntesis CV**

Profesor-Investigador en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la BUAP. Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por el Colegio de la Frontera Sur. Tiene publicaciones sobre conservación, manejo y enfermedades de la fauna silvestre y experiencia laboral con manejo intensivo y extensivo de UMAs en México, salud pública y docencia.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **chavavetzoo@hotmail.com**

## Mat. Margarita Alicia Romero Centeno

**Síntesis CV**

Matemática egresada de la Facultad de Ciencias, UNAM y Demógrafa por el Colegio de Puebla A.C. Labora en el Instituto de Estadística y Geografía desde 1984 y actualmente es Directora Regional de diversas temáticas: demografía, uso del tiempo, violencia hacia las mujeres. Ha laborado en los departamentos de matemáticas de la Facultad de Ciencias, UNAM y de la UAM-Iztapalapa.

**Institución** **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**
**Correo electrónico** **margarita.romero@inegi.org.mx**

## Biól. Luis Enrique Romero Martínez

**Síntesis CV**

Egresado de la Licenciatura en Biología por la BUAP. Realizó la Maestría en Manejo de Fauna Silvestre en el Instituto de Ecología A.C. INECOL (2000-2002). Fungió como coordinador de la UMA y proyectos de Investigación del Parque "La Flor del Bosque". Fue coordinador operativo del estudio de estado la Biodiversidad en Puebla. Representante Legal de la UMA-Zoológico General Lázaro Cárdenas del Río-Flor del Bosque (2004-a la fecha). Es biólogo decano del Parque Estatal Flor del Bosque, así como Técnico de UMA en el estado de Puebla.

**Institución** **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla (SMRN)**
**Correo electrónico** **azul_94@yahoo.com.mx**

## Lic. Freiry Rosas Rosas

**Síntesis CV**

Licenciado en Administración Pública y Ciencias Políticas, egresado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y coautor de los libros: "Cadenas Productivas y Acuícolas del Estado de Puebla" y "Paquetes Tecnológicos Agropecuario y Acuícolas del Estado de Puebla". Labora desde el 2006 en la Secretaría de Desarrollo Rural y actualmente se desempeña como Coordinador Técnico en dicha secretaría.

**Institución** **Secretaría de Desarrollo Rural (SDR)**
**Correo electrónico** **risomate@hotmail.com**

## Lic. Juan Alejandro Ruíz Meza

**Síntesis CV**

Licenciado en Administración Pública por la UAP, Diplomado en Educación Ambiental por la UPAEP. Cargos en el Sector Público (Gobierno del Estado) en los últimos 17 años, Jefe de Departamento de las áreas de Ordenamiento Ecológico, Impacto Ambiental y actualmente de Educación Ambiental en la SMRN. Catedrático en la materia de Planeación Ecológica en la UPAEP. Asesor y Sinodal de Tesis "Ordenamiento Ecológico de Tapachula Chiapas". Capacitador en Gestión Ambiental a autoridades municipales, capacitador en Educ. Ambiental a todos los sectores.

Institución **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Puebla (SMRN)**
Correo electrónico **puebladea@hotmail.com**

## M.C. Verónica Ruíz Pérez

**Síntesis CV**

Es egresada de la M. en C. Ambientales del posgrado en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias de la BUAP; miembro del grupo de educación ambiental de la Escuela de Biología de la BUAP, estudiante de Doctorado Interuniversitario de Educación Ambiental por la Universidad Autónoma de Madrid UAM, Madrid, España. Publicaciones: Ruíz Pérez V. y Fernández Crispín A. El Agua para los Niños de tercero de preescolar del municipio de Puebla, Puebla. México. Forum de Sostenibilidad 2008, 57-66. Cátedra UNESCO. Ruíz Pérez V., Deniz Robles M., Fernández Crispín A. "Un enfoque metodológico para el estudio de la educación ambiental en preescolar". Revista Caminos Abiertos.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, (BUAP)**
Correo electrónico **teder_vero@yahoo.com.mx / scentv@hotmail.com**

## M.C. José Adrián Saldaña Munive

**Síntesis CV**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Instituto de Ciencias (ICUAP), Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA). Q.F.B., Facultad de Ciencias Químicas, BUAP, M. en C. (edafología), Fac. de Ciencias, UNAM. Candidato a Doctor en Ciencias de la Tierra, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Profesor-Investigador, participa en el posgrado en Ciencias Ambientales y el Colegio de Ing. Ambiental. Actualmente desarrolla proyectos enfocados a la comprensión de la "Producción y emisión de gases de efecto invernadero por el cambio en el uso de suelo" y "Balance de emisiones y secuestro de carbono", colaborador en el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM con proyectos financiados por CONACYT y FOMIX.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **cs000297@siu.buap.mx**

## Biól. Tania Saldaña Rivermar

**Síntesis CV**

Bióloga egresada de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente desarrolla proyectos para el conocimiento de la ecología de los reptiles, así como proyectos de divulgación ambiental a través del programa de radio "Tras las huellas de la Naturaleza", que se transmite los días domingo de 3:30 a 10:00 h., por la estación de radio de la BUAP, y es miembro activo de la Sociedad Herpetológica Mexicana.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **taniasal81@hotmail.com**

## Dra. Ma. Patricia Sánchez Alonso

**Síntesis CV**

Profesora-Investigadora titular A de T.C. del Instituto de Ciencias de la BUAP. Licenciatura: Químico Farmacobiólogo, Maestría en Biotecnología de Plantas, con Especialidad en Ing. Genética; Doctorado en Biotecnología de Plantas con Especialidad en Ing. Genética. Miembro de la Academia de Posgrado en Microbiología, Profesora Titular de las Materias de Genética Microbiana y Métodos Analíticos de P.E. de la Maestría en Ciencias (Microbiología), y de Biología del desarrollo en microorganismos eucariotas del P.E. de Doctorado en Ciencias (microbiología). Directora de tesis del posgrado, autora de artículos y capítulos de libros.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **mpgalon@siu.buap.mx**

## Ing. Roberto Carlos Sánchez Torres

**Síntesis CV**

Ing. Ambiental por la BUAP. Colaborador en los proyectos de investigación: "Agricultura urbana y transformaciones territoriales", en el Departamento Universitario para el Desarrollo Sustentable del ICUAP; "Inventario de contaminantes y sus indicadores regionales", de la Red PROMEP "Calidad Ambiental y Políticas Públicas"; "Análisis de potencial bioquímico de metano en muestras de RSU de los pozos muestreados en el relleno de tierra clausurado de Morelia Michoacán", estancia de investigación, Academia Mexicana de Ciencias; y "Elaboración de jabón en pasta a partir de aceite comestible", Fac. de Ing. Química, BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **rocasato@gmail.com**

## Dra. Sonia Emilia Silva Gómez

**Síntesis CV**

Doctora y Maestra en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados; Antropóloga Social por la Universidad Veracruzana. Docente del Posgrado en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias (ICUAP) de la Fac. de Ing. Química también de la BUAP impartiendo: Derecho Ambiental, Derecho Ecológico y Comparado, Planificación Ambiental, Desarrollo Sustentable y otros optativos. Coautora de tres libros, de tres artículos en revistas indexadas y varios capítulos de libros. Responsable de proyectos financiados acerca de: marco jurídico de maíces criollos, manejo integral de recursos hídricos, transformaciones agropecuarias, evaluación rápida de fuentes de contaminación y políticas públicas y aprovechamiento sostenible del agua, entre otros. Autora de innumerables conferencias y memorias en reuniones internacionales, nacionales y regionales. Tutora y asesora de catorce tesis de grado y de postgrado.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **sonia.silva@icbuap.buap.mx**

## Pas. Susana Berenice Silva Juárez

**Síntesis CV**

Actualmente colabora con la M. en C. Concepción López Téllez y el M. en C. David Jiménez en la región de la Mixteca Poblana en monitoreo de fauna silvestre, también ha realizado estudios de impacto ambiental en diferentes zonas del estado de Puebla. Apoya en la Escuela de Biología con talleres de Educación Ambiental, capacitación a alumnos en el muestreo y servicios sociales con restauración y mantenimiento de animales disecados. Con la empresa de Altepetl realizó el trabajo de "Agroindustrialización del árbol de Linaloe y Ecotecnias". Ha impartido cursos de Taxidermia científica y exposición.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **silva_041083@hotmail.com**

## Dr. Oswaldo Rey Taboada Gaytán

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma Chapingo en 1991. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el Colegio de Postgraduados en el 2000 en la especialidad de Genética. Desarrolló su programa de estudios doctorales en la Universidad Iowa State University of Science and Technology y recibió el grado de Doctor en Filosofía con Especialidad en Mejoramiento Genético Vegetal en el 2007. Ha presentado trabajos en eventos científicos nacionales e internacionales y ha colaborado en diversos proyectos de investigación relacionados con la colecta, evaluación y selección de maíces criollos. Actualmente es Profesor-Investigador Asociado en el Colegio de Postgraduados, adscrito al Campus Puebla, con interés en el mejoramiento de las características composicionales del grano, en colectas de maíces criollos provenientes de diferentes regiones del estado de Puebla.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (COLPOS) Campus Puebla**
**Correo electrónico** **toswaldo@colpos.mx**

## M.C. María del Carmen Tajonar Méndez

**Síntesis CV**

Licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de las Américas, Puebla. Cursó la Maestría de Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo en la Universidad Iberoamericana de Puebla. Periodista Ambiental, con trayectoria de 12 años. Ganadora del 2° lugar del Premio de Reportaje sobre Biodiversidad 2007, del Golfo de California. Becada por el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C, como participante en el Taller de Periodismo Ambiental sobre Biodiversidad. Editora de la página Nueva Tierra Baldía en Milenio, Diario Puebla.

Institución **Nueva Tierra Baldía (ONG)**
Correo electrónico **ptajonar@hotmail.com / http://nuevatierrabaldia.blogspot.com**

## Dr. José Víctor Tamariz Flores

**Síntesis CV**

Químico, Fac. de Ciencias UNAM, Doctor en Ciencias Ambientales, Profesor-Investigador en el Posgrado en Ciencias Ambientales y en la Fac. de Ingeniería Química. Actualmente desarrolla los proyectos de investigación: "Aprovechamiento integral de biosólidos en el municipio de Puebla", "Evaluación de la degradación de suelos de montaña de la Sierra Norte de Puebla", y "Evaluación del contenido de metales en el municipio de Puebla". Ha presentado 35 ponencias en eventos internacionales, 57 en eventos nacionales. Ha dirigido 24 tesis de licenciatura y 6 de postgrado.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA)**
Correo electrónico **jtamariz@siu.buap.mx**

## M.C. Refugio Armando Tapia Hernández

**Síntesis CV**

Es Químico Farmacobiólogo con Maestría en Microbiología. Colaborador de proyectos de investigación con apoyo de CONACYT, SEP, SEMARNAT y BUAP. Desarrolla líneas de investigación sobre biofertilización de cultivos agrícolas y biotecnología ambiental y la búsqueda de microorganismos asociados a cultivos de café, caña de azúcar, piña, agave, plantas arbóreas y jatropha, entre otras. Hace estudios de poblaciones microbianas en suelos contaminados con hidrocarburos, es asesor de estudiantes de licenciatura y de postgrado y ha presentado ponencias nacionales e internacionales; ha publicado siete artículos en revistas arbitradas.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **tapiarmando@yahoo.com.mx / artapia@yahoo.com.mx**

## M.C. Ana María Tapia Rojas

**Síntesis CV**

Licenciatura en Biología y Maestría en Ciencias Ambientales obtenidas en la BUAP. Actualmente labora como Profesora-Investigadora en el Depto. de Agroecología y Ambiente de la BUAP. Ha participado como ponente en Congresos nacionales e internacionales. Es colaboradora y responsable en proyectos de investigación financiados externamente. Autora de capítulos de libros, trabajos en extensas memorias y simposios. Tiene participaciones como jurado de exámenes profesionales y asesora de alumnos de la Escuela de Biología de la BUAP en verano y servicio social. Pertenece al Padrón de Investigadores de la BUAP y al Programa del Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) desde 2006 a la fecha.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **amtapia@siu.buap.mx**

## M.C. José Antonio Ticante Roldán

**Síntesis CV**

QFB. Escuela de Ciencias Químicas, BUAP, Maestría en Ciencias (Edafología), Facultad de Ciencias UNAM. Profesor-Investigador del Colegio de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Química, de la Escuela de Ing. Agrohidráulica. En la actualidad desarrolla proyectos enfocados a la caracterización de la materia orgánica y de sus fracciones en el suelo y en otros ambientes, responsable y colaborador en proyectos de investigación con Profesores Investigadores del DICA, financiados por BUAP-CONACYT. Ha presentado 15 ponencias en congresos internacionales, 15 en eventos Nacionales, ha dirigido 10 tesis de licenciatura y 4 de maestría.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA)**
Correo electrónico **cs000301@siu.buap.mx**

## M.C. Erik Joaquín Torres Romero

**Síntesis CV**

Licenciado en Biología por la BUAP; Maestro en Ciencias por el Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal, Chiapas. Diplomado en desarrollo sustentable y gestión ambiental; ponente de diversos congresos nacionales; coordinador del proyecto del cenjaguar en la Reserva Ecológica el Edén; colaborador de varios proyectos de manifestaciones de impactos ambientales.

Institución **El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)**
Correo electrónico **ejtr23@hotmail.com**

## Lic. Edgardo Torres Trejo

**Síntesis CV**

Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil, BUAP, Pasante de Maestría en Ciencias (Edafología), Facultad de Ciencias UNAM, Profesor-Investigador, Profesor de Posgrado en Ciencias Ambientales, Profesor de la Maestría en Ordenamiento del Territorio de la Facultad de Arquitectura y del Colegio de Ingeniería Civil. Actualmente desarrolla el proyecto "Estudio Edafológico de la Sierra Negra del Estado de Puebla (Clasificación de Suelos)", colaborador con grupos de investigación del Departamento con proyectos financiados por la institución. Ha presentado 2 ponencias en congresos internacionales, 10 en eventos nacionales, ha dirigido 5 tesis de licenciatura.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Instituto de Ciencias (ICUAP), Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA)**
Correo electrónico **etorres23@hotmail.com**

## M.C. José Silvestre Toxtle Tlamani

**Síntesis CV**

MVZ egresado de la BUAP; MC. Colegio de Postgraduados Campus Puebla, con Especialidad en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Profesor-Investigador de la Escuela de Biología de la BUAP; imparte cursos de información geográfica y teledetección. Coordinador y colaborador en diversos proyectos conjuntamente con CONACYT, CONAFOR y la propia BUAP.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **stoxtle@siu.buap.mx**

## Dr. Mario Valadez Ramírez

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, egresado de la Universidad de Guadalajara, obtuvo su Maestría en Ciencias en Genética, orientada a la producción de semillas por el Colegio de Postgraduados y el Doctorado en Producción y Fisiología de Cultivos, con énfasis en Ciencia de las Semillas por la Universidad Estatal de Iowa, EUA. Es Profesor-Investigador en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, en donde participa en un equipo de expertos en la conservación, aprovechamiento y mejoramiento del maíz, especialmente de maíces nativos. Participa en los cursos de posgrado "Producción y Propagación Vegetal" y "Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos". Actualmente participa en dos proyectos relacionados con el estudio, conservación y aprovechamiento de maíces.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
Correo electrónico **mvaladez@colpos.mx / mvaladez_1999@yahoo.com**

## M.C. Miguel Ángel Valera Pérez

**Síntesis CV**

(ICUAP). Químico Industrial, Facultad de Ciencias Químicas, BUAP, Maestro en Ciencias (Edafología), Facultad de Ciencias UNAM. Profesor del Posgrado en Ciencias Ambientales (ANUIES Centro Sur) y del Colegio de Ingeniería Ambiental (FIQ-BUAP). Profesor de los Cursos Internacionales de Edafología (UNAM, CSIC de España, Universidad Autónoma de Madrid) y de Geoquímica Ambiental, Contaminación de Suelos (Universidad Autónoma de Madrid, UNESCO, AECID, UCLM). Actualmente desarrolla proyectos conjuntos con la UNAM, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Texas A&M, con financiamientos de CONACYT.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA)**
Correo electrónico **mavape@siu.buap.mx**

## Dr. Samuel Vargas López

**Síntesis CV**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con Maestría en Manejo de Pastizales y Doctorado en Producción Animal. Ha sido profesor de cursos sobre caracterización de sistemas de producción pecuaria, cadenas productivas pecuarias y ganadería agroecológica, gestión de sistemas ganaderos y desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles a nivel licenciatura, maestría y doctorado. Cuenta con un total de 45 publicaciones entre revistas científicas, libros, capítulos de libros y artículos en memorias de congresos sobre caracterización de sistemas de producción animal y el uso de las especies animales en los agroecosistemas campesinos. Actualmente es Profesor-Investigador Adjunto en el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

Institución **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Puebla**
Correo electrónico **svargas@colpos.mx**

## Ing. Quím. Liz Angélica Vásquez Chávez

**Síntesis CV**

Ing. Químico candidata a Maestra en Ciencias Ambientales por la BUAP. Colaboradora de proyectos de investigación en Biofertilización de cultivos agrícolas y Biotecnología Ambiental, búsqueda de microorganismos asociados a cultivos de café y agave. Estudios de poblaciones microbianas en suelos contaminados con potencial biotecnológico. Ha participado en congresos nacionales e internacionales.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **lizamavazcha@yahoo.com.mx**

## Est. Biol. Emiliano Vázquez García

**Síntesis CV**

Estudiante de 10° cuatrimestre de la Escuela de Biología de la BUAP. Participó como autor de cartel en el Congreso ANCA 2009 (Asociación Nacional de Ciencias Ambientales). Realizó su Servicio Social con el Programa de Seguimiento de Egresados de la Escuela de Biología bajo la coordinación del M. en C. Hugo Rodolfo Molina Arroyo, en el Laboratorio de zoofisiología de la Esc.de Biología. Actualmente está realizando una estancia con el M. en C. Hugo R. Molina.

Institución **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
Correo electrónico **emil_vazquez91@hotmail.com**

## Dr. Carlos Hernán Vergara Briseño

**Síntesis CV**

Profesor Titular IV, Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, UDLAP, desde 1993. Ph. D. en Entomología, U. of Georgia, 1991, U. Nacional de Colombia, 1982. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, candidato de julio de 1996 a junio de 1999, investigador Nivel I de enero de 2006 a diciembre de 2012. 28 tesis de licenciatura dirigidas y terminadas, una tesis de doctorado y una de maestría en proceso. 32 artículos científicos y tres capítulos de libros.

Institución **Universidad de las Américas, Puebla (UDLAP)**
Correo electrónico **carlosh.vergara@udlap.mx**

## Ing. José Rafael Vicente Aguilera

**Síntesis CV**

Jefe de Departamento de Actualización Temática; 17 años en el INEGI, Ingeniero en Administración Agropecuaria y Diplomado en Percepción Remota, interacción con diferentes niveles y áreas de trabajo a nivel interno y externo, coordina equipos de trabajo; habilidad para apoyar y coordinar el desarrollo de procesos, proyectos y su seguimiento, en especial los relacionados con Geografía y Cartografía. Ha colaborado en programas institucionales y proyectos de investigación como: "Estudio de la Vegetación en el Cofre de Perote", "INEGI-ORSTOM", Base de Datos para un SIG "Veracruz". Proyectos extraordinarios, Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla en 1998, 2003.

Institución **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)**
Correo electrónico **rafael.vicente@inegi.org.mx**

## Biól. Constantino Villar Salazar

**Síntesis CV**

Biólogo egresado de la Escuela de Biología de la BUAP. Actualmente desarrolla proyectos para el conocimiento de la ecología experimental en anfibios, proyectos de divulgación y educación ambiental a través del grupo de educación ambiental CALLICOATL y la Escuela de Biología, BUAP, a través del programa de Radio "Tras las huellas de la Naturaleza", que se transmite los domingos de 9:30 a 10:00 h, por la estación de radio de la BUAP; miembro activo y vocal del Centro de la Sociedad Herpetológica Mexicana.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **iguanaco5@hotmail.com**

## Dr. Oscar Agustín Villareal Espino Barros

**Síntesis CV**

Médico Veterinario Zootecnista por la Facultad de MVZ de la BUAP. Maestro en Análisis Regional Agro-Ambiental del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias sobre Desarrollo Regional, de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Doctorado en Ciencias Veterinarias por la Universidad de Camagüey, Cuba; Profesor-Investigador Titular, Jefe del Depto. de Biodiversidad de la BUAP y del Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT-SEP. Ha publicado 14 artículos científicos, es autor de dos libros sobre fauna silvestre, Miembro del Deer Specialist Group de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Colaborador del Jaguar Conservation Program de la WCS (Wild life Conservation Society). Líder en la conservación, manejo y aprovechamiento racional y sostenido de UMAs (Unidad de Manejo Ambiental) cinegéticas en Puebla y asesor del tema en los estados de Oaxaca y Veracruz. Socio fundador y presidente de Mazamiztli, A.C.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **mazamiztli@yahoo.com.mx**

## Dr. Luis Villareal Ruíz

**Síntesis CV**

Profesor-Investigador del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética, (Colegio de Postgraduados). Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de la Juventud (Ciencias Naturales-Categoría Libre) y Presea General "Francisco Mújica" en Ciencia y Tecnología en 1988. Fundador de la línea de investigación en Recursos Genéticos Microbianos y del Laboratorio de Recursos Genéticos del CP en 1994 (Proyecto CONABIO C066). Doctor en Filosofía (Pd. D.), Ciencia Vegetal (Ecología Molecular Microbiana e Interacciones), Universidad de Aberdeen, Escocia, Reino Unido. Estancias de Investigación: Técnicas en Ecología Molecular Microbiana, Laboratorio de Microbiología, Instituto Macaulay (RUGB). Métodos de Caracterización de Ectomicorrizas, Laboratorio Prof. Reinhard Agerer, Jardín Botánico de Munich, Universidad de Munich, Alemania. Representante de IUFRO, Coordinador Adjunto WP 7.01.06, Grupo de Investigación: G7.01 "Impactos de la Contaminación del Aire y del Cambio Climático en Ecosistemas Forestales, Viena, Austria", 2007-vigente. Investigador invitado Global COE Program: "Advanced utilization of fungus/mushrooms resources for sustainable society in harmony with nature" Tottori University, Japón 2009.

**Institución** **Colegio de Postgraduados (Colpos), Campus Montecillo**
**Correo electrónico** **luisviruz@hotmail.com / liusvirl@colpos.mx**

## Biól. Gemmali Vital Guasso

**Síntesis CV**

Biólogo egresado de la Esc. de Biología de la BUAP. Con experiencia laboral en el área de desarrollo de proyectos productivos, divulgación de ciencia y tecnología, así como en la educación ambiental en diferentes instituciones como: Radio BUAP, la Universidad Tecnológica de Huejotzingo y el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Miembro activo de la Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología, así como del Grupo de educación ambiental "Callicoatl", con el que actualmente crea y desarrolla el Programa "Tras las Huellas de la Naturaleza" para Radio BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **gemmali_vital_guasso@hotmail.com**

## M.C. Stacey A. Weller

**Síntesis CV**

Maestra en Botánica, egresada de la Universidad del Estado de Oregon, Corvallis, Oregon, E.U; licenciatura en Ciencias de Plantas y Suelos en 2000, por la Universidad del Oeste de Virginia, Morgantown, West Virginia, E.U. Es voluntaria en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán desde 2007. Trabajó en el Parque Nacional de los Volcanes de Hawái en 2007, realizando inventario y monitoreo de plantas raras y especies invasoras, así como la preparación de ejemplares para el herbario. En el jardín botánico de Chicago/Bureau of land management en 2006 en la implementación del programa Seeds of Succes (SOS) por el estado de Nuevo México, así como en el monitoreo de especies nativas.

**Institución** **Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán**
**Correo electrónico** **talktoweller@gmail.com**

## M.C. Gonzalo Yanes Gómez

**Síntesis CV**

Biólogo egresado de la Fac. de Ciencias de la UNAM, con Maestría en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias de la BUAP. Fue Director de la Escuela de Biología de la BUAP de 2001 a 2004. Ha trabajado en ecología y faunística de anfibios y reptiles, miembro fundador de la colección herpetológica de la Escuela de Biología de la BUAP, participó en un capítulo del libro "Ofidios de Puebla". Actualmente se dedica a la ecología de comunidades de escarabajos lamelicornios, especialmente lo relacionado con diversidad y uso como indicadores ecológicos; asimismo, es curador de la colección entomológica; también ha participado en proyectos de ecología de poblaciones y de comunidades de mamíferos, especialmente murciélagos y venados. Es profesor titular de las asignaturas de "Ecología General" y " Biogeografía", y de optativas como Colecciones Científicas y Análisis de la Biodiversidad.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **ggonzale@siu.buap.mx / gonzalo_y@hotmail.com**

## Lic. Giselle Constanza Zamorano Martínez

**Síntesis CV**

Licenciada en Biología por la Universidad Veracruzana, Diplomado en Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable, Universidad Iberoamericana, Puebla; Jefe de Depto. de Educación del Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan, Coordinadora de las actividades de Educación Ambiental del proyecto "Restauración, protección y conservación de los recursos naturales del PN Izta-Popo" (Pronatura 2003-2007). Técnico extensionista de la SDR Puebla, (2002-2003), Supervisor de Servicios técnicos rurales en CECADER (2003-2004), Instructor de Educación Ambiental en Africam Safari Puebla, Técnico extensionista en la Secretaría de Desarrollo Regional en edo. de Veracruz.

**Institución** **Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan, Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)**
**Correo electrónico** **peaiztapopo@conanp.gob.mx**

## Dr. María Teresa Zayas Pérez

**Síntesis CV**

Es Química Industrial egresada de la BUAP, con Maestría en Química y Doctorado por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM). Fue Profesora-Investigadora en la UAM-I de 1984 a 1994 y de la Universidad de las Américas-Puebla (1994-1995). Desde 2002 es docente del Postgrado en Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias de la BUAP. Su línea de Investigación consiste en estudiar los Procesos de descontaminación de sistemas acuosos por métodos físico-químicos. Actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, tiene el perfil del Programa de Mejoramiento del Profesorado y pertenece al Padrón de Investigadores de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **tzayasp@hotmail.com**

## Dr. Lino Zumaquero Ríos

**Síntesis CV**

Lic. en Biología de la Universidad de La Habana, especialista de primer grado Lab. Clínico, M. en C. en Parasitología, M. C. en Entomología Médica y Control de Vectores, Dr. en Ciencias Ambientales y de la Salud. 12 artículos en revistas indexadas, 14 artículos nacionales, ha asistido a 26 Congresos internacionales es miembro de la Soc. Cubana de Pediatría, de Parasitología, Mexicana de Parasitología, Latinoamericana de Parasitología, miembro del comité de expertos para estudio de la enfermedad de chagas, representante de 10 proyectos internacionales; autor de tres libros y ocho capítulos de libros, profesor titular C de tiempo completo de la BUAP.

**Institución** **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**
**Correo electrónico** **linozuma@hotmail.com**

LA BIODIVERSIDAD EN PUEBLA: ESTUDIO DE ESTADO

Se terminó de imprimir en agosto de 2011
en Editorial Impresora Apolo, S. A. de C. V.
Centeno 162, Col. Granjas Esmeralda 09810, México, D.F.
Se imprimieron 2 500 ejemplares.

CONABIO
GOBIERNO FEDERAL

GOBIERNO DE PUEBLA
ACCIONES QUE TRANSFORMAN

BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

aecid
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

ISBN: 978-607-7607-54-0